



Mångfald på höga höjder

– Biologisk mångfald och brandskydd på semi-intensiva gröna tak

Diversity on high altitudes- Biodiversity and fire protection on semi-intensive green roofs

Matilda Persson & Linda Thedin

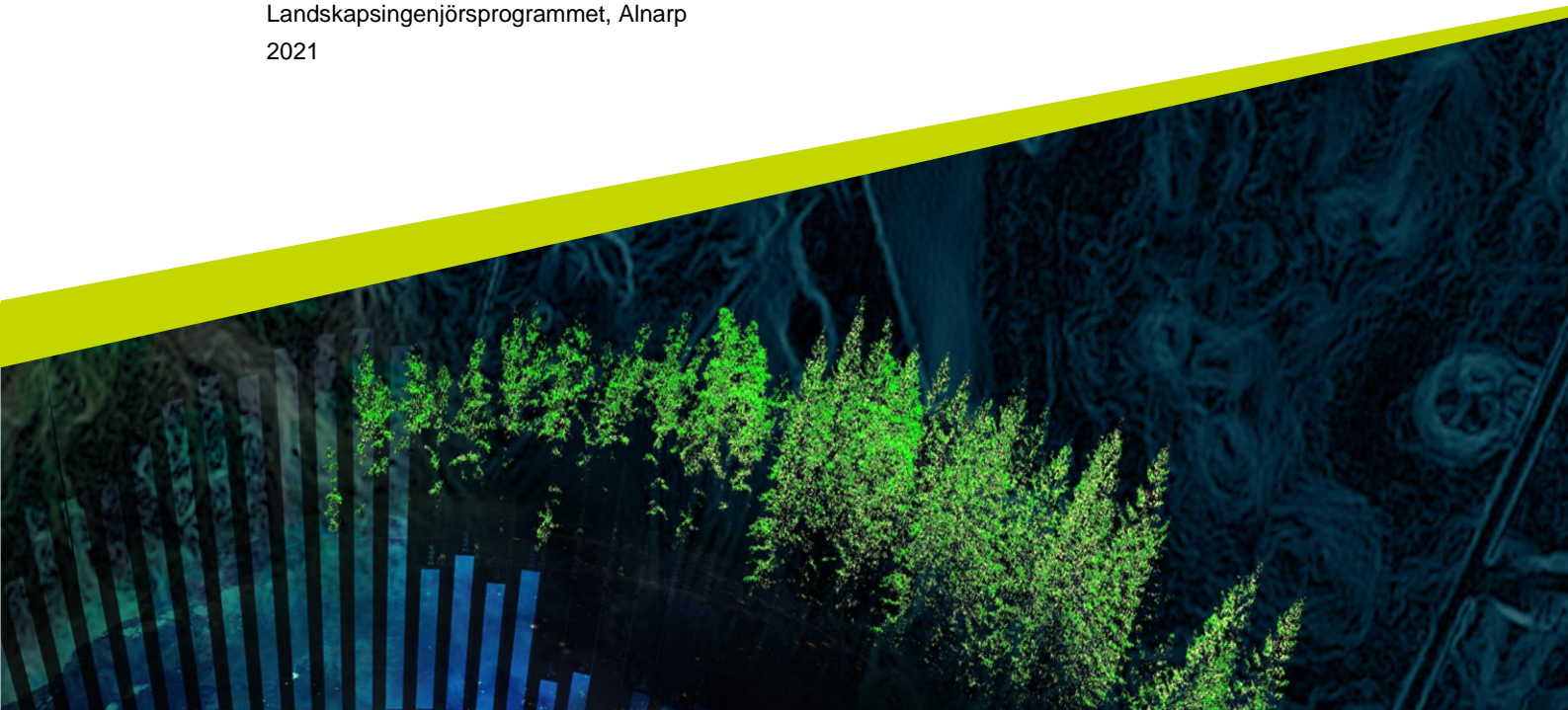
Självständigt arbete • 15 hp

Sveriges lantbruksuniversitet, SLU

Institutionen för landskapsarkitektur, planering & förvaltning

Landskapsingenjörsprogrammet, Alnarp

2021



Mångfald på höga höjder – Biologisk mångfald och brandskydd på semi-intensiva gröna tak

Diversity on heights- Biodiversity and fire protection on semi-intensive green roofs

Författarens namn

Handledare:	Tobias Emilsson, SLU, Institutionen för landskapsarkitektur, planering och förvaltning
Examinator:	Frida Andreasson, SLU, Institutionen för landskapsarkitektur, planering och förvaltning
Omfattning:	15 hp
Nivå och fördjupning:	G2E
Kurstitel:	Självständigt arbete i landskapsarkitektur inom Landskapsingenjörsprogrammet
Kurskod:	EX0841
Program/utbildning:	Landskapsingenjörsprogrammet
Kursansvarig inst.:	Institutionen för landskapsarkitektur planering och förvaltning
Utgivningsort:	Alnarp
Utgivningsår:	2021
Nyckelord:	Biologisk mångfald, artdiversitet, grön infrastruktur, semi-intensiva gröna tak, biotopik, analytisk dimensionering, ekosystemtjänster, taktäckning, brandregler gröna tak.

Sveriges lantbruksuniversitet

Fakulteten för landskapsarkitektur, trädgårds- och växtproduktionsvetenskap (LTV)

Institutionen för landskapsarkitektur planering och förvaltning

Publicering och arkivering

Godkända självständiga arbeten (examensarbeten) vid SLU publiceras elektroniskt. Som student äger du upphovsrätten till ditt arbete och behöver godkänna publiceringen. Om du kryssar i **JA**, så kommer fulltexten (pdf-filen) och metadata bli synliga och sökbara på internet. Om du kryssar i **NEJ**, kommer endast metadata och sammanfattning bli synliga och sökbara. Fulltexten kommer dock i samband med att dokumentet laddas upp arkiveras digitalt.

Om ni är fler än en person som skrivit arbetet så gäller krysset för alla författare, ni behöver alltså vara överens. Läs om SLU:s publiceringsavtal här: <https://www.slu.se/site/bibliotek/publicera-och-analysera/registrera-och-publicera/avtal-for-publicering/>.

☒ JA, jag/vi ger härmed min/vår tillåtelse till att föreliggande arbete publiceras enligt SLU:s avtal om överlåtelse av rätt att publicera verk.

☐ NEJ, jag/vi ger inte min/vår tillåtelse att publicera fulltexten av föreliggande arbete. Arbetet laddas dock upp för arkivering och metadata och sammanfattning blir synliga och sökbara.

Sammanfattning

Det här arbetet undersöker hur det är möjligt att gynna biologisk mångfald på gröna tak med mer vegetation av ört- eller ängs-karaktär i urban miljö. Studiens syfte är att undersöka vad som kan anses vara bra utformning för att gynna biologisk mångfald samt undersöka hur brandskyddskrav påverkar utformningen. Metoder som används i studien är litteraturstudie, intervjustudie samt platsbesök. Resultatet av studien visar att gröna tak kan öka biologisk mångfald genom att bidra med habitat för vissa djurarter som lever i urban miljö. Studien visar att det finns konkreta åtgärder för att gynna växter och djur på gröna tak med mer vegetation av ört- eller ängs-karaktär. De viktigaste slutsatserna för att gynna biologisk mångfald på gröna tak är att skapa mikroklimat genom topografi, struktur samt att anlägga faunastödjande åtgärder.

Studien visar även att det finns en komplexitet i bedömningen av brandskyddet på gröna tak och att Boverkets regler tolkas olika. Testmetoden för brandegenskaper hos taktäckning är inte anpassad för gröna tak och endast sedumtak uppfyller brandklassningen. Samtidigt saknas en praxis för bedömning av brandskydd på gröna tak med mer växtlighet i Sverige. I studien visas exempel på att det går att uppfylla Boverkets brandregler på tak med mer vegetation av ört- eller ängs-karaktär. För det behövs en platsspecifik bedömning. Viktiga aspekter för att begränsa brandrisken är fuktighet i växtmaterialet samt att det är tillräckligt substratdjup.

Sammanfattningsvis visar studien på flera möjligheter att gynna biologisk mångfald på gröna tak genom riktade åtgärder. Studien visar även att utformning för biologisk mångfald på många sätt går att kombinera med åtgärder för att uppfylla funktionskraven i Boverkets brandskyddsregler.

Nyckelord: Biologisk mångfald, artdiversitet, grön infrastruktur, semi-intensiva gröna tak, biotop, analytisk dimensionering, ekosystemtjänster, taktäckning, brandregler gröna tak.

Abstract

This study explores the possibility of promoting biodiversity on urban green roofs with forb- and grass-vegetation. The purpose of the study is to investigate good designs to promote biodiversity and how the design is affected by fire legislation. Methods used in the study are literature study, interview study and site visits. The result of the study shows that green roofs can contribute to increasing biodiversity by providing habitat for certain urban animal species. The study shows there are measures to enhance the biodiversity for both plants and animals on green roofs. The prior conclusion to promote biodiversity on green roofs is to create microclimates with different topography, structure and establish fauna-supporting measures.

The study also shows the complexity to assess the fire safety legislations on green roofs, which is interpreted differently. The Swedish method of testing fire characteristics in roof materials is not suited for vegetated roofs, and it only approves green roofs with vegetation of sedum and moss. At the same time there is no common best practice in Sweden on how to assess the fire regulations on green roofs with forb- and grass-vegetation. The study presents examples of possible solutions to comply with fire regulations on more vegetated green roofs.

In summary, the study shows several opportunities to promote biodiversity on green roofs through targeted measures. The study also shows that biological diversity design can be combined with fire legislation.

Innehållsförteckning

Tabellförteckning	8
1. Inledning.....	9
1.1. Syfte.....	9
1.2. Frågeställning	10
1.3. Avgränsning.....	10
1.4. Centrala begrepp	11
1.5. Metod.....	11
1.6. Bakgrund	13
1.6.1. Biologisk mångfald.....	13
1.6.2. Gröna tak och brandskydd.....	16
2. Resultat.....	17
2.1. Gröna tak	17
2.2. Biologisk mångfald på gröna tak	19
2.2.1. Utformning för att gynna biologisk mångfald	20
2.2.2. Växtmaterial	21
2.2.3. Djurliv	24
2.2.4. Insekters specifika behov av habitat.....	27
2.2.5. Skötsel	31
2.2.6. Åtgärder för att gynna biologisk mångfald	33
2.3. Brandskydd på gröna tak.....	37
2.3.1. Analytisk Dimensionering	38
2.3.2. Tre olika lösningar för att uppfylla brandskyddet	39
2.3.3. Sammanställning av åtgärder	44
3. Diskussion.....	47
4. Slutsats	54
5. Referenser	55
6. Bilaga	60

Tabellförteckning

Tabell 1. Vanlig förekommande kategorisering av gröna tak	18
Tabell 2. Exempel på fjärilsarter i urban miljö och deras värdväxter.....	30
Tabell 3 Exempel på tidiga vårbloommande växter för torra och karga ståndorter	34
Tabell 4 Olika kravspecifikationer för olika länder (Elias et al. 2017)	38
Tabell 5. Sammanställning av åtgärder för att uppfylla brandskyddskrav	46

1. Inledning

Urbaniseringen världen över är stor och över hälften av världens befolkning bor i städer. I takt med att allt fler av världens befolkning lever i städer, behöver staden byggas ut och förtätas. Detta sker på bekostnad av omgivande jordbruksmark och naturmiljöer, men även på natur inom staden. I Sverige och i flera andra länder finns en ambition att städer inte ska konkurrera ut produktiv och viktig jordbruksmark och därför finns idag ett stort fokus på förtätning (Persson & Smith 2014).

Förtätningen sker på ytor som finns tillgängliga inom staden och ofta är det obebyggda miljöer som natur- och grönytor (Persson & Smith 2014). Detta leder till att naturen i staden byggs bort, något som både påverkar oss människors välbefinnande men även förutsättningar för liv och biologisk mångfald inom staden (Persson & Smith 2014).

Ökad grönska med hjälp av gröna tak kan vara ett verktyg för att skapa mer grönytor och öka biologisk mångfald i urban miljö.

1.1. Syfte

Gröna tak kan bidra till en mer hållbar stadsmiljö genom att öka den gröna ytan i staden. Beroende på vegetation och substratdjup kan gröna tak med blandad vegetation leverera högre biologisk mångfald till stadsmiljön jämfört med sedumtak som ofta används. Det är framförallt sedumtak som förekommer i vår svenska stadsmiljö idag. Det finns produktlösningar och kunskap för att skapa gröna tak med mer vegetation av ört- och ängsväxter, men de anläggs inte i samma omfattning som sedumtak. Ett hinder för valet av gröna tak med högre växtlighet är Boverkets brandskyddskrav för taktäckning som också innefattar gröna tak.

Vi vill undersöka hur det är möjligt att öka biologisk mångfald i urban miljö med hjälp av utformningen av semi-intensiva gröna tak. Vi vill undersöka hur det går att arbeta med biologisk mångfald på gröna tak genom att titta på dess förutsättningar och vilka strukturer som påverkar mångfalden.

Vi vill även undersöka hur brandskyddsreglerna påverkar semi-intensiva gröna tak, utformade för biologisk mångfald samt ge förslag på lösningar som kan uppfylla brandskyddsreglers funktionskrav.

1.2. Frågeställning

- ❖ Hur kan semi-intensiva gröna tak utformas för att bidra till ökad biologisk mångfald i svenska städer?
- ❖ Vilka anpassningar går att göra på semi-intensiva gröna tak för att uppfylla funktionskraven i svenska brandskyddsregler?

1.3. Avgränsning

Den här studien fokuserar på semi-intensiva gröna tak med gräs- och ängsvegetation med substratdjup på 9–30 cm. Arbetet kommer att syfta till att undersöka hur semi-intensiva gröna tak kan gynna biologisk mångfald.

Studien kommer även belysa begränsningen som brandskyddsregler ofta utgör vid anläggningen av semi-intensiva gröna tak. Vi vill även presentera möjliga lösningar för att uppfylla funktionskraven som ställs i regelverket.

Studien är inriktad på gröna tak som taktäckning, utformade för att bidra till biologisk mångfald i stadsmiljö. Vi kommer främst att fokusera på gröna tak utan vistelseytor och inte heller undersöka gröna tak på bjälklag nära marknivå.

Den här studien kommer att fokusera på åtgärder som kan gynna djurarter som observerats nyttja gröna tak och undersöka deras förutsättningar för att använda gröna tak som habitat.

1.4. Centrala begrepp

Biologisk mångfald: Begrepp som används för att sammanfatta allt liv på jorden. Avser genetisk variation mellan arter, inom arter och all variation av naturtyper (Naturvårdsverket 2020a).

Biotop: Naturtyp, exempelvis äng, hedmark eller strandäng (Pettersson et al. 2017)

Gröna tak: Överbyggnad för vegetation på olika bjälklag (Pettersson et al. 2017)

Habitat: De biotoper en art behöver för att kunna fullfölja sin livscykel. Habitat är artspecifik (Persson & Smith 2014).

Mikroklimat: Temperatur- och fuktförhållanden på en mindre och begränsad yta (Pettersson et al. 2017).

Taktäckning: Beklädnad på yttertak som skyddar mot yttre klimat (Sveriges brandkonsultförening 2018)

1.5. Metod

I arbetet har vi använt tre olika metoder, litteraturstudie, intervjustudie med semistrukturerade intervjuer och platsbesök. Vi har sedan kombinerat dessa för att utreda våra frågeställningar. Vi har haft olika tillvägagångssätt för att kunna besvara våra olika frågeställningar.

I delen om biologisk mångfald har vi främst arbetat med en litteraturstudie där vi har samlat in en stor mängd litteratur av tidigare sammanställningar inom området. Vi har sedan selekterat relevant information. Litteraturen har hittats genom sökningar i SLU Bibliotekets sökverktyg Primo och Google scholar, men även på webbsidor av myndigheter, kommuner och relevanta organisationer. Sökord som använts har bland annat varit *invertebrates on green roofs*; insekter på gröna tak; *biodiversity on green roofs*; djur i urban miljö; ståndort på gröna tak; fire green roofs; brand gröna tak; analytisk dimensionering, förenklad dimensionering gröna tak. För att komplettera litteraturstudien har intervjuer gjorts med personer som har stött på frågeställningen i sin profession.

I delen om Brandskyddsregler på gröna tak finns ett begränsat utbud av vetenskaplig litteratur, där har vi använt oss av mer intervjumaterial för att kunna svara på vår frågeställning. För att få information om konkreta lösningar så har vi jämfört hur tre olika projekt har arbetat med anpassningar för att uppfylla brandskyddsreglerna. Där har vi använt en brandutredning, ett vägledande material

framtaget för Stockholm stad, samt ritningar tillsammans med kompletterande intervjuer i två av projekten.

Urval av informanter har gjorts selektivt av yrkesverksamma inom aktuella områden för att samla in erfarenhet och information kring våra frågeställningar. Intervjuerna har varit semistrukturerade och frågorna har varierat beroende på vilken profession informanten har. Vi har inför intervjuerna förberett frågor som kompletterar litteraturen, men även haft mer fria diskussioner där vi haft möjlighet till följdfrågor. Intervjuerna har gjorts via videolänk eller telefon.

Presentation av informanter:

Alexander Elias¹, Brandingenjör, civilingenjör i riskhantering, Brandskyddslaget, Intervju 2020-12-08. Alexander är anställd på Brandskyddslaget, medförfattare till Brandforsk rapport Gröna tak ur brandteknisk synvinkel.

Christine Haaland², Ekolog, Forskare vid Institutionen för landskapsarkitektur, planering och förvaltning vid SLU, Intervju 2020-11-23. Christine är Forskare, lärare, ekolog samt avdelningschef för enheten landskapsplanering på Sveriges lantbruksuniversitet, Alnarp samt forskare och lärare. Christine har inventerat insekter på gröna tak i Malmö under 2017 och 2018.

Doina Velasquez³, Landskapsarkitekt, Arkitema, Intervju 2020-11-27. Doina arbetar som Landskapsarkitekt på Arkitema i Stockholm. Hon arbetar just nu med en projektering av ett biotoptak. Doina kunde ge oss en grön synvinkel på problematiseringen kring brandskydd på gröna tak.

Anne Heino⁴, Mark- och utemiljöspecialist, Stockholmskem Intervju 2020-12-11. Anne är landskapsingenjör och mark- och utemiljöspecialist på Stockholmskem och har en bred erfarenhet av skötsel och projektering av gröna tak.

Karin Håkansson⁵, Landskapsingenjör, Teknisk säljare, Veg Tech, Intervju 2020-12-07. Karin arbetar som teknisk säljare på Veg Tech. Hon har varit anställd på företaget sedan 2007. Karin har en bred kompetens och erfarenhet hur marknaden ser ut för gröna tak.

Platsbesök

För att få en ökad förståelse av gröna taks funktion och design har två platsbesök gjorts på olika gröna tak i Malmö. Vi har besökt den botaniska takträdgården på *Scandinavian Green Roof Institute* och fastigheterna Ohoj och Oboy där det anlagts biotoptak. Vi har under platsbesöken undersökt vilket växt- och substratmaterial som använts, sett olika exempel på uppbyggnad av gröna tak samt fotograferat bildmaterial till arbetet.

Utformningsförslag

I bilaga 1 redovisas en sammanställning av åtgärder för biologisk mångfald och viktiga aspekter för brandskydd. Föreslagna åtgärder har utgångspunkt i frågeställningarna och sammanställs i en principiell illustration i plan och i sektion.

1.6. Bakgrund

1.6.1. Biologisk mångfald

Biologisk mångfald är det begrepp som används för att sammanfatta allt liv på jorden och avser all den genetiska variation som finns mellan olika arter, inom arter och all variation av naturtyper (Naturvårdsverket 2020a).

Graden av biologisk mångfald påverkar ekosystemens resiliens, vilket är dess kapacitet att klara av förändringar och utvecklas. Högre grad av biologisk mångfald ger bättre förutsättningar för ett ekosystem att återhämta sig efter störningar. Att stadens ekosystem har god resiliens är bland annat viktigt för fortsatta leveranser av ekosystemtjänster och viktigt exempelvis inför kommande förväntad påverkan av klimatförändringar (Holling 1973).

Största hoten mot biologisk mångfald anses vara:

- Habitatförstörelse, genom förändrad markanvändning och fragmentering.
- Överutnyttjande av resurser
- Föroreningar
- Invasiva arter

(Naturvårdsverket 2020a)

De flesta länder i världen är eniga om vikten av att bevara och främja biologisk mångfald (Naturvårdsverket 2020a; Naturvårdsverket 2020b). Det finns flera anledningar till varför biologisk mångfald behöver bevaras och vanliga syften är:

- Etiska och moraliska skäl. Att människan inte har rätt att utrota andra arter och ett moraliskt ansvar mot kommande generationer.
- Direkt eller indirekt nytta för människan i form av ekosystemtjänster.
- Kulturella- och estetiska syften samt i utbildningssyfte.
- Försäkring för framtiden, där mångfald i arter och gener ger större möjlighet till tillräckliga ekosystemtjänster vid exempelvis miljöförändringar.

(Persson & Smith 2014).

I världen finns idag en pågående utrotning av arter och förlust av naturmiljöer i odlingslandskapen (Rybicki et al. 2020). Detta lägger större fokus på staden som en alternativ plats för biologisk mångfald.

Biologisk mångfald i urban miljö

Graden av biologisk mångfald påverkar hur väl livet utvecklas och kan anpassas sig efter nya förutsättningar. För att ge möjlighet till detta är variation av arter och av egenskaper inom arter avgörande, mångfald ger större resiliens. För att gynna den biologiska mångfalden i stadsmiljö krävs hög diversitet av biotoper, att arter kan fullgöra sin livscykel och att bevara naturliga processer mellan organismer och deras livsmiljö (Block & Bokalders 2014).

För att framgångsrikt kunna skapa förutsättningar för biologisk mångfald i den urbana miljön är det viktigt att förstå de bakomliggande processer som sker i naturen och som reglerar artsammansättning och biologisk mångfald i ett område (Persson & Smith 2014).

Gröna tak är en del av den urbana gröna infrastrukturen och anses kunna bidra till ökad hållbarhet och till leverans av ekosystemtjänster som bland annat att gynna biologisk mångfald.

“Grön infrastruktur bidrar till att stärka och bevara ekosystemen och främjar biologisk mångfald och ekosystemtjänster”
(Naturvårdsverket 2020b)

Naturvårdsverket (2020b) beskriver grön infrastruktur som det nätverk som sammanbinder ekosystemen i landskapet. Grön infrastruktur består av sammanlänkade naturområden, biotoper, anlagda miljöer och strukturer vilka utformas och används för att biologisk mångfald och ekosystemtjänster ska bevaras och främjas.

I stadsmiljö är ofta variation av vegetation liten, både avseende arter, succession och genvariation (Persson & Smith 2014). I centrala urbana miljöer finns behov av att komplettera redan befintlig grönstruktur med fler grönytor. Det behövs naturtyper med variation i innehåll och struktur för att ge bättre konnektivitet i arters habitat och gynna biologisk mångfald (Persson & Smith 2014).

Urbana grönytor är fragmenterade, det vill säga uppdelade av infrastruktur och bebyggelse. Fragmenteringen av grönytor gynnar främst mobila arter som kan förflytta sig mellan områden, vilket leder till att urban biodiversitet ofta består av arter som har god mobilitet jämfört med mer naturliga miljöer (Persson & Smith 2014). En väl planerad grön infrastruktur kan ge förutsättningar för arter att leva och sprida sig i landskapet. Viktiga aspekter att ha med i utformningen av den gröna

infrastrukturen är att fokusera på kvalitet i skala, sammanhang och ekologisk funktion. Att stärka grön infrastruktur bidrar till att stärka ekosystemen och göra dem mer motståndskraftiga mot störningar som exempelvis klimatförändringar (Naturvårdsverket 2020b).

Persson & Smith (2014) beskriver att det är viktigt att titta på graden av konnektivitet mellan urbana grönytor i arbetet med att gynna biologisk mångfald i stadsmiljö. Konnektivitet är begreppet som visar på hur väl arter kan röra sig mellan olika habitat och hur väl ett ekologiskt utbyte sker mellan exempelvis urbana grönytor (Block & Bokalders 2014). Konnektivitet är artspecifik och möjligheterna för en arts rörlighet i ett område är beroende på om arten har hög eller låg mobilitet (Block & Bokalders 2014).

Det ekologiska utbytet kan ökas framförallt genom att lägga till eller bevara lämpliga miljöer (Persson & Smith 2014). Genom att skapa fler gröna lösningar som binder samman grönytor går det att öka genomsläpplighet genom infrastruktur och bebyggelse s.k. matrix (Ibid.). Gröna "vägar" kan skapas genom så kallade gröna korridorer eller genom att generellt planera in mer vegetation med naturlika planteringar i tätbebyggda delar av staden (Ibid.). Gröna tak ses som ytor som kan bidra till den här typen av grön infrastruktur (Ibid.). Viktigt att tänka på vid placeringen och utformning av sådana ytor är att se till lokala förutsättningar och också att ge rätt förutsättningar efter vilka arter som ska gynnas och få ökad rörlighet (Persson & Smith 2014).

Gräsmarker och äng är exempel på näringsfattiga marker som anses gynna artvariation och är därför viktiga, men sällsynta biotoper i den urbana grönskan (Persson & Smith 2014). Fler naturlika planteringar på rätt plats och minskad mängd hårdgjorda ytor i stadsmiljön antas ge högre sannolikhet att fler arter kan röra sig genom matrix (Persson & Smith 2014).

Gröna tak är isolerade miljöer och det finns flera faktorer som påverkar hur väl de kan vara en kompletterande del av grön infrastruktur och därmed öka konnektiviteten i staden (Williams et al. 2014). Faktorer som spelar in är: Takets höjd, placering i miljön och i förhållande till andra grönytor och kvalitet på intilliggande miljöer (Williams et al. 2014). Gröna tak har sina begränsningar som habitat och kan inte ersätta liknande grönytor i marknivå, men Shepherd et al. (2008) menar att även mindre ytor i urban miljö kan bidra till och gynna det urbana djurlivet. Många insekter kan använda gröna tak som *steppingstone*, som en del av sitt habitat och kan därför bidra med värdefulla resurser (Shepherd et al. 2008).

1.6.2. Gröna tak och brandskydd

I Sverige finns på senare år en växande trend att anlägga gröna tak (Elias et al. 2017). Detta har gjorts under lång tid i övriga Europa (SGRI 2020). Gröna tak är ett verktyg för att kunna skapa mer grönska i staden och öka konnektiviteten. I den mer förtätade staden finns det begränsat utrymme för markvegetation och det finns behov av att använda sig av både väggar och tak för att kunna öka växtligheten (Pettersson et al. 2017)

Gröna tak genererar flera olika ekosystemtjänster och hjälper till både med att öka biodiversiteten och tar samtidigt hand om dagvatten (Pettersson et al. 2017). Gröna tak kan inte ersätta den markvegetation som har vuxit på platsen, men ett grönt tak kan generera mer biologisk mångfald än ett konventionellt tak (SGRI 2020). Ett grönt tak är en tak-konstruktion som är uppbyggt av ett substrat med anlagd vegetation. Under substratet finns det ett tätskikt och ofta ett vattenhållande material. Beroende på hur tjockt substratet är så kan olika växter klara av att växa på det gröna taket. På de tunnare taken kan endast suckulenter och mossor växa (Pettersson et al. 2017).

Det är viktigt att det finns vattenförsörjning till taken för att kunna stödvattna under etableringsperioden, och ibland installeras även droppbevattning för att kunna vattna under längre tids torka (Pettersson et al. 2017).

Brandreglerna på gröna tak regleras i Boverkets Byggregler, föreskrifter och allmänna råd, BBR. Dessa gäller för alla typer av taktäckning. Boverket kräver att överbyggnaden uppfyller minst brandklass $B_{ROOF}(t_2)$. Detta innebär att taket skall klara ett funktionskrav som gör att risken för antändning och brandspridning ska försvåras, samt att materialet endast kan ge ett begränsat bidrag till branden (Boverket 2019a).

Sedumtak är den enda taktypen som är godkänd enligt förenklad dimensionering, $B_{ROOF}(t_2)$. Om annan växtlighet ska användas så behöver en utredning med analytisk dimensionering göras av brandkonsult. Under utredningen kontrolleras att taket uppfyller funktionskravet i BBR, eventuellt kan det behöva göras olika anpassningar för att minska risken för brand (Boverket 2019a). Hur överbyggnaden kontrolleras så att den uppfyller kravet i BBR kan vara oklart eftersom att inga klara riktlinjer finns. Det finns exempel på att brandkonsulter använder de olika kraven från andra europeiska länder. Och genom detta sätt påvisas att vegetationen inte bidrar till brandspridning (Elias et al. 2017).

2. Resultat

I resultatdelen redovisas resultat från litteraturstudien samt intervjumaterial uppdelat efter tema.

2.1. Gröna tak

I det här avsnittet presenteras begrepp kring gröna tak och grundläggande aspekter för uppbyggnad av gröna tak.

Gröna tak är ett brett begrepp som innefattar många olika sorters tak, allt från takträdgårdar och trädgårdar på bjälklag till enkla sedum och mosstak. De vanligaste benämningarna på gröna tak är extensiva eller intensiva tak, där semi-intensiva ligger i intervallet mellan dessa (Koetze et al. 2020). Begreppen kommer från det tyska riktlinjerna för gröna tak, FLL, och syftar på skötsel-intensiteten av taket och är därmed inte baserad på tjockleken på substratet.

Detta gör att benämningen kan variera på tak med samma substratdjup beroende på vad det är för växter som planterats. (Pettersson et al. 2017). Det kan leda till förvirring eftersom det inte finns en tydlig skiljelinje mellan de olika kategorierna.

Ett annat vanligt begrepp är biotoptak, det är tak som är utformade utefter en specifik biotop, dessa kan variera i utformning och substratdjup (Pettersson et al. 2017).

Benämningarna med extensiv och intensiv uppfattas dock som otydliga och Kotze et al. (2020) anser att det skulle vara tydligare om taken benämns utifrån dess primära funktion. Detta för att undvika förvirring och enklare kunna generalisera, men även för att hitta passande benämningar på nya sorters gröna tak, som just nu befinner sig i en stor utveckling. Kotze et al (2020) föreslår vidare att exempelvis tak för dagvatten med äng, tak för biologisk mångfald eller multifunktionellt ängstak som mer passande benämningar.

Tabell 1. Vanlig förekommande kategorisering av gröna tak

Kategori	Substrattjocklek	Växtlighet	Kommentar
Extensivt	3-15cm	Olika sedumarter, Sedum, Phedimus, Hylotelephium	Skillnad i växtlighet beroende på substrattjocklek
Semi-intensivt	10-20 (30) cm	Låga växter, blandat gräs och örter	Klarar sig oft utan bevattning
Intensivt	15+ cm	Gräs, perenner, buskar och träd	Takträdgårdar, bjälklagsträdgårdar. Behöver bevattning.
Biotoptak	10-30 cm	Olika växter utvalda efter en specifik biotop t.ex. torräng eller strandäng	Bred kategori

Tjockleken på substratet begränsas ofta av byggnadens bärighet (Pettersson et al. 2017). Det går att öka substratdjupet med hjälp av olika lättviktsmaterial och det går även att variera substratdjupet över takytan. Genom att variera växtbäddens substratdjup går det att skapa partier med tunnare och djupare jordlager, men med samma totala vikt. Partier med djupare växtbädd ger högre punktbelastning på taken och bör placeras ovanpå bärande delar i konstruktionen som bärande väggar och pelare (Pettersson et al. 2017). Anne Heino⁴ anser vidare att de tunnaste taken med substratdjup under 10 cm bör undvikas. Anne menar att de inte blir hållbara i längden eftersom att de är mer känsliga för torka och att en art ofta tar över och annan växtlighet dör bort.

På marknaden finns det flera olika färdiga gräs- och ängsmattor till försäljning, men det går även att plantera pluggplantor, använda sådd eller skapa en kombination av dessa.

Det är populärt att arbeta med inhemskt material, exempelvis Veg Tech som är en stor leverantör har främst inhemskt material (Karin Håkansson⁵). Karin berättar vidare att populariteten har ökat för gröna tak med mer vegetation de senaste 4–6 åren, främst i storstadsregionerna Stockholm, Göteborg, Malmö samt Lund och Kalmar. Karin Håkansson⁵ menar att orsaker till det kan vara trender men även ökade krav på hållbarhet och biologisk mångfald.

2.2. Biologisk mångfald på gröna tak

I det här avsnittet beskrivs faktorer som påverkar förutsättningar för biologisk mångfald på gröna tak.

Gröna tak är en artificiell och skapad miljö som är anlagd för att efterlikna olika typer av natur och leverera ekosystemtjänster till den urbana miljön (Sutton 2014). Gröna tak är ofta förhållandevis små till ytan och grönskan är ofta mindre komplex jämfört med naturliga ytor (Sutton 2014). Semi-intensiva biotoptak karaktäriserar ofta olika naturtyper som anses vara värdefulla för biologisk mångfald i urban miljö (Andersson 2017). Williams et al. (2014) menar att gröna tak med rätt miljö kan utgöra habitat för arter som är generalister men även för vissa hotade arter.

Gröna tak är isolerade och avgränsade från mark och övrig natur samt är mer exponerade för sol och vind än växtbäddar på marknivå (MacIvor & Ksiazek 2015). Den exponerade ståndorten tillsammans med höjden påverkar vilka arter som kan använda ett grönt tak och det är generellt färre arter på gröna tak än på marknivå (MacIvor & Ksiazek 2015). Ståndorten påverkas även av att växtbädden ofta är grund och saknar kontakt med grundvatten (Andersson 2017). Ståndorten tillsammans med grunda växtbäddar gör att det ofta blir torka på sommaren och fruset på vintern, vilket gör det svårare för djur att överleva på gröna tak (MacIvor & Ksiazek 2014). Djurlivet behöver möjlighet till skugga på sommaren, vindskydd och rätt substratdjup för boplatser och övervintring (Ibid.) Behov är ofta artspecifika men det går att ge bättre förutsättningar för växter och djur generellt genom att variera substratdjup och därmed skapa mikroklimat som bland annat kan ge skydd och skugga (MacIvor & Ksiazek 2015).

Vattentillgången är en av de främsta begränsande faktorerna som påverkar vilka arter som kan leva på ett grönt tak (Toronto City planning 2013). Behov av tillgång på vatten påverkas bland annat av lokala väderförhållanden, substratdjup, substratets komposition och växtval (Pettersson et al. 2017). Växtbädden håller vatten och ett större substratdjup innebär att större volymer vatten finns tillgängligt för vegetationen (Andersson 2017). Det är möjligt att använda fukthållande lager i växtbädden för att gynna växtligheten (Pettersson et al. 2017). Det går även att tillföra vatten genom att installera bevattningssystem eller genom att samla upp nederbörd (Toronto City planning 2013).

Vikt är en begränsande faktor på gröna tak och byggnadens konstruktion påverkar hur djup växtbädd som är möjligt att anlägga (Pettersson et al. 2017). Substrat som används på gröna tak är ofta speciellt framtagna för att kunna uppfylla krav på viktbegränsningar och för att ge den planerade vegetationen bättre förutsättningar trots grunda växtbäddar (Ibid). Växtbäddens djup och uppbyggnad påverkar valet

av vegetation och antalet arter som kan användas, där ökat substratdjup gynnar artdiversiteten (Pettersson et al. 2017).

Flera källor menar att ett substratdjup på minst 100 - 150 mm ökar urvalet av möjliga växtarter som kan användas och ger bättre möjligheter att bidra till biologisk mångfald på gröna tak (Pettersson et al. 2017; Toronto City planning 2013; Stockholmshem 2020; Andersson 2017). Ett substratdjup på 100 mm och uppåt ökar antalet möjliga växtarter från ett 10-tal möjliga till 100-tals möjliga växtarter (Andersson 2017).

Mindre buskar och halvbuskar kan etableras både på tunnare och djupare växtbäddar genom att arbeta med djupare substrat precis kring plantan (Pettersson et al. 2017). Större växtmaterial som buskar ger högre punktlast och det är fördelaktigt att de placeras ovanpå en bärande underliggande struktur som exempelvis pelare och bärande väggar (Pettersson et al. 2017). Madre et al (2013) menar att semi-intensiva gröna tak som är utformade för att gynna biologisk mångfald är svåra att anlägga på redan uppförda byggnader, eftersom konstruktionen antagligen inte är anpassad till den ökade lasten.

2.2.1. Utformning för att gynna biologisk mångfald

I avsnittet ges exempel på utformning av struktur på gröna tak.

Val av design utgår från byggnadens konstruktionsmässiga förutsättningar och efter önskad funktion. Artrika vegetationssystem på gröna tak är ofta semi-intensiva biotoptak som designats för att efterlikna en viss naturtyp, exempelvis torräng, strandäng och ruderatmark (Andersson 2017).

Viktiga åtgärder för att gynna biologisk mångfald är att skapa mikroklimat genom att variera substrat och substratdjup (Brenneisen 2006). En heterogen uppbyggnad av växtbädden med topografisk variation ger skillnad i sol- och vindexponering, i fuktighetsgrad och skapar variation av mikroklimat (Pettersson et al. 2017). Topografisk variation skapas genom att anlägga kullar i olika höjd samt genom att använda element som exempelvis stockar av död ved och stenar (Toronto City planning 2013). Strukturella element som död ved och stenar gynnar även djurlivet och kan bidra med boplatser, plats för övervintring och skydd (Toronto City planning 2013).

Variation i substratdjup gynnar även olika typer av vegetation (Lundholm & Heim 2020). Att anlägga kullar, åsar eller sektioner med olika substratdjup ger varierad tillgång på näring, vatten och rotutrymme (Pettersson et al. 2017). Större substratdjup ger möjlighet för mer högväxande vegetation som behöver mer resurser medan tunnare substratdjup gynnar mer torktåliga växtarter som gynnas av

färre resurser (Lundholm & Heim 2020). Partier med tunnare substratdjup kan även hindra mer konkurrenskraftiga arter från att på dominera vegetationen, exempelvis mattbildande gräsarter (Andersson 2017).

I Stockholmshems projekteringsanvisningar (2020) finns anvisningar om att gröna tak bör vara kuperade med varierande växtbäddsdjup med substratdjup mellan 100 mm - 200 mm och 200 mm - 400 mm för kullar för att gynna biologisk mångfald. Variation av substratets sammansättning genom att använda olika typer av material (växtjord, sand, grus) skapar varierade mikroklimat (Pettersson et al. 2017). Att ha olika typer av substrat på ett grönt tak kan gynna olika växt-strategier och gynna faunan i form av passande miljöer för exempelvis boplatser (Pettersson et al. 2017). Tunna lager av sten och kross bidrar till variation av mikroklimat och minskar avdunstning (Pettersson et al. 2017).

2.2.2. Växtmaterial

I det här avsnittet beskrivs växtlighetens roll för biologisk mångfald, faktorer som påverkar växtligheten på gröna tak samt exempel på växtval för pollinatörer.

Växtligheten har en central plats i arbetet med biologisk mångfald eftersom den påverkar förutsättningarna för djurlivet (Persson & Smith 2014). Madre et al. (2013) visar att hög artdiversitet med stor strukturell mångfald i vegetationen ger ökad mångfald av insekter och spindlar på gröna tak. Växtligheten är den mångfald som i större utsträckning är möjlig att kontrollera, därför är den ett bra verktyg för att påverka den biologiska mångfalden i urban miljö (Persson & Smith 2014).

Val av artsammansättning påverkar resultatet och önskad funktion. Primärt grundar sig arbete med biologisk mångfald på hög artvariation med stort antal växtarter (Cook-Patton 2014). Hög artdiversitet är en viktig faktor för biologisk mångfald men för att resultatet ska bli framgångsrikt över tid är det viktigt att även se till aspekter som bland annat hur väl vald artsammansättning är anpassad till den lokala omgivningen och efter platsens förutsättningar (Cook-Patton 2014).

Artrika växtsamhällen har visat sig vara mer framgångsrika än när samma växtarter växer mer isolerat (Cook-Patton 2014). Att välja en artsammansättning som inte är nära besläktade med varandra anses kunna ge mer effektiv användning av befintliga resurser (Ibid.). Genom att arterna har olika egenskaper och strategier konkurrerar de mindre med varandra och resursfördelningen blir bättre arterna emellan (Cook-Patton 2014). Att blanda olika arter av exempelvis högre örtartade perenner, suckulenter och gräsarter förstärks takets mångfunktionalitet genom att ge bättre vattenupptag, mer biomassa och lägre tak temperaturer (Lundholm 2015). För att förstärka mångfalden krävs även god genvariation som exempelvis görs genom frösådd eller att använda sticklingar från flera olika vegetationsytor eller ursprung

(Cook-Patton 2014). Madre et al (2013) menar i sin studie att en artsammansättning som ger stor diversitet i sin struktur är ett bra sätt att gynna mångfalden av insekter och spindeldjur.

För att uppnå önskad funktion är det viktigt att ta hänsyn till det gröna takets lokala förutsättningar vid val av växtlighet (Pettersson et al. 2017). Exempel på lokala förutsättningar är väder, vindförhållanden, solexponering, solreflektion, väderstreck och frånluft från ventilation (Ibid.). På platser med permanent skugga och regnskugga är det bättre att inte använda växtmaterial alls, eftersom att växtligheten har svårt att överleva, på sådana platser är det bättre att exempelvis använda grus eller krossmaterial (Pettersson et al. 2017).

Christine Haaland² menar att det är viktigt att tänka på det gröna takets förutsättningar för att kunna gynna biologisk mångfald t.ex. byggnadens höjd. Höjden på byggnaden påverkar nämligen vad blir det för ståndort på det gröna taket. Gröna tak på 1–2 våningar kan exempelvis motsvara en högre kulle i naturen, men ett grönt tak 6 våningar gör att ståndorten blir annorlunda och mycket mer exponerad för väder, sol och vind. Höjden påverkar även möjligheten för insekter att ta sig dit.

På gröna tak är det viktigt med torktåligt växtmaterial. Många inhemska arter har svårt att klara av den exponerade ståndorten som gröna tak kan erbjuda och exotiskt växtmaterial kan komplettera vegetationen med fler arter och mer blomning (Toronto City planning 2013). Detta kan gynna den lokala faunan (Shepherd et al. 2008) men samtidigt är det många djurarter som är beroende av inhemskt växtmaterial för att överleva (Persson & Smith 2014).

Christine Haaland² förklarar att generellt när det pratas om att gynna biologisk mångfald så är det inhemskt material som bör användas, men exotiskt växtmaterial kan vara en källa till mat och kan förlänga blomningssäsongen. Christine Haaland² förklarar att valet av växtmaterial beror på vad syftet med platsen är. Om taket ska ha estetiska värden kan det vara bra att använda exotiskt växtmaterial, men till en yta med äng för att gynna biologisk mångfald tycker hon att det är viktigt att använda inhemskt växtmaterial. Insekter kan ofta använda exotiskt material, men vissa arter är exempelvis knutna till specifika värdväxter som är avgörande för dem.

Näringsfattiga naturtyper som exempelvis ängsmark, hedmark och ruderatmark är viktiga miljöer som stödjer hög artrikedom och hög biologisk mångfald. Dessa miljöer är sällsynta både i urban miljö men även i övriga landskapet. Näringsfattiga miljöer begränsar växters utbredning och skapar en miljö där fler arter kan samexistera (Pettersson et al. 2017). Näringsfattiga miljöer och platser där viktiga faktorer som vatten och näring är begränsade gör att ingen växt får ett strategiskt övertag (Pettersson et al. 2017). Växter har olika strategier och är ofta

specialiserade efter tre kategorier: Stress, konkurrens och störning (Dunnet 2015). Miljöer med låg stress och gynnsamma förhållanden får snabbt konkurrenskraftiga arter ett övertag och kan konkurrera ut andra mindre starka arter, vilket gör att mångfalden blir längre (Dunnet 2015). Gräsarter är ett exempel på konkurrenskraftiga växter (Pettersson et al 2017). På gröna tak med substratdjup under 200 mm råder stressande förhållanden vilket då anses kunna gynna artvariation av örtartade växtarter (Ibid). Tunnare substratdjup än 100 mm ger en miljö med mycket hög stress, där få arter kan klara av att leva, exempelarter som kan klara mycket hög stress är suckulenter och mossor (Pettersson et al. 2017). För att skapa en gynnsam miljö för artdiversitet är det därför viktigt att ta hänsyn till rätt balans i tillgång på resurser. Andersson (2017) föreslår användning av partier och sektioner av tunnare substratdjup som förebyggande åtgärd för att hindra att mer dominanta arter breder ut sig och tar över.

Mycket talar för att artrika växtsamhällen är mer livskraftiga än växtsamhällen med lägre artdiversitet (Cook-Patton 2014). Hög artdiversitet innehåller oftast en blandning av växter med olika tillväxtperioder och strategier för att klara exempelvis torka och arterna genererar tillsammans högre motståndskraft mot torka (Andersson 2017). Hög artdiversitet innehåller även arter med olika blomningsperioder, vilket kan ge rikligare blomning och längre blomningssäsong, något som är viktigt för pollinatörer (Andersson 2017).

Andersson (2017) förklarar att en biotoplanläggning med hög biodiversitet som innehåller ca 50 arter, oftast innehåller en blandning av växt strategier, tillväxt- och blomningsperioder. Stockholmskem (2020) beskriver att gröna tak av sedum/ört/ängs-karaktär, avsedda för att gynna biologisk mångfald bör ha ett minimum på 15–20 arter och innehålla en blandning av lökväxter, torktåliga örter och suckulenter.

Växtval för att gynna pollinatörer

Det är viktigt att välja växtsammansättning efter vilken mångfald som ska gynnas. För att gynna gruppen pollinatörer är det viktigt att välja en artrik växtsammansättning, helst med inhemskt växtmaterial som ger rik blomning över hela växtsäsongen (Shepherd et al. 2008). Vissa insekter är generalister och andra är mer specifika i sitt växtval och behöver en särskild växtart eller ett växtsläkte för sin överlevnad (Shepherd et al. 2008). Humlor räknas som generalister och kan besöka de flesta växtarter för att samla nektar och pollen (Ibid). Solitära bin kan vara både generalister och specialister beroende på art, men är generellt mer specialiserade än humlor (Jordbruksverket 2018). Gemensamt för pollinatörer är att de är beroende av rik tillgång på blommande växter över hela sin aktiva säsong och att det finns tillräckligt med arter som blommar tidigt på våren efter de vaknat ur sin vintervila (Shepherd et al. 2008). Vilken tidpunkt olika pollinatörer vaknar från

sin övervintring är artberoende, men många vaknar mellan mars - maj och är aktiva till in på mitten av augusti-september.

Christine Haaland² förklarar att det är viktigt med blommande växtarter tidigt på säsongen för att gynna insekter. Insekternas behov av näring är som störst i början av säsongen. Tidiga nektarkällor är exempelvis sälg och blommande vårlökar.

Solitära bin gynnas av ängsväxter som blålockor (*Campanula*), vialer (*Lathyrus*), vickrar (*Vicia*), väddväxter (*Dipsacaceae*), klint (*Centaurea*) och tistlar (*Cirsium*) (Jordbruksverket 2018). För humlor är det mycket viktigt att det finns tillräckligt med blommande växter över hela säsongen, framförallt på våren när drottningen vaknar efter sin vintervila och ska starta upp sin koloni (Persson 2012). Populära växter för humlor är rosväxter (*Rosaceae*), rödklöver (*Trifolium pratense*), tistlar (*Cirsium*), vallört (*Symphytum officinale*), och sälg (*Salix caprea*) (Naturskyddsföreningen 2018). Studien som Haaland (2017) gjorde visade att humlor i urban miljö besökte framförallt vilda arter, men även lavendel (*Lavendula angustifolia*) och på de gröna taken besöktes gärna kungsmynta (*Origanum vulgare*) och sedum (*Sedum spp.*). Blomflugor föredrar ofta korgblommiga (*asteraceae*) och flockblommiga (*apiaceae*) arter (Persson 2012).

I Haaland (2018) studie på gröna tak var fetblad (*Phedimus*) en mycket attraktiv näringsväxt för humlor. Fetblad (*Phedimus*) har lång blomningstid jämfört med vit fetknopp (*Sedum album*) som är en vanlig art att använda på extensiva sedumtak. Haaland (2018) menar att fetblad (*Phedimus*) därför är att föredra framför exempelvis vit fetknopp (*Sedum album*).

2.2.3. Djurliv

I det här avsnittet beskrivs vilka djur som kan använda gröna tak som habitat, vad de behöver för att fullfölja sin livscykel och vilka åtgärder som kan gynna dem. I slutet av avsnittet beskrivs ett urval av insekter mer grundligt för att ge en tydligare bild av olika insekters specifika behov.

Många djurarter saknar förutsättningar för att framgångsrikt kunna leva i urbana miljöer och därmed är det generellt färre arter som återfinns i stadsmiljö jämfört med kringliggande landskap (Persson & Smith 2014). Stadsmiljö med hög fragmentering, färre grönytor och lägre artdiversitet missgynnar habitatspecialister men kan istället gynna mobila habitatgeneralister, arter som har mindre specifika krav på sin livsmiljö och anses mer störningståliga (Persson & Smith 2014). Många av de arter som observeras på gröna tak är habitatgeneralister och ofta vanligt förekommande arter för regionen.

Shepherd et al. (2008) menar att gröna tak kan vara gynnsamma miljöer för pollinatörer. Gröna tak kan erbjuda näringsresurser för pollinerande insekter och rätt substratdjup och materialval kan ge möjligheter till boplatser och övervintring. En studie av insekter på gröna tak i Malmö visar att gröna tak används som näringsresurs av humlor, blomflugor och bin (Haaland 2018). Haalands (2018) studie visade även att artdiversiteten på de gröna taken var låg, något som reflekterade den grad av urbanisering där studieplatserna är belägna.

Utöver pollinatörer kan även andra arter som spindlar, skalbaggar (Brenneisen 2006) getingar, myror och bladlöss (MacIvor & Lundholm 2011) men även vissa fågelarter (Baumann 2006, Williams et al. 2014) använda gröna tak som del av sitt habitat.

Insekter utgör en viktig komponent i ekosystems näringsväv och förekomsten av insekter på gröna tak kan bidra till ökad biologisk mångfald (MacIvor & Ksiazek 2014). Exempelvis fåglar påverkas av att det är färre insekter i urban miljö (Persson & Smith 2014). Insekter minskar med ökad grad av urbanisering vilket gör att insektsätande arter missgynnas (Ibid.). Däremot gynnas fröätande fågelarter i urban miljö (Persson & Smith 2014). Baumann (2006) visade att ett grönt tak kunde utgöra en sk. ekologisk fälla, där otillräckliga näringsresurser på taket gjorde att fågelungar hos markhäckande fåglar inte överlevde. Fågelungarna saknade tillräcklig tillgång på mat och vatten (Baumann 2006). Huruvida gröna tak kan utgöra ekologiska fällor beror på en arts mobilitet och tillgången till nödvändiga resurser (Williams et al. 2014).

Olika djur kommer upp på taken på olika sätt. Mobila arter flyger eller klättrar upp på taken. Mindre mobila arter och mikroliv kan hamna på gröna tak vid anläggningen, exempelvis genom att följa med i substratet eller med annat material som förts upp på taket (MacIvor & Ksiazek 2014).

Utöver att öka artdiversiteten på blommande växter och bidra med mer nektar- och pollenväxter, krävs fler faunastödjande åtgärder för att framgångsrikt kunna gynna exempelvis pollinerare på gröna tak (Persson 2012). Andra åtgärder som behövs är att bidra med skydd, boplatser och värdväxter för olika insekter (Shepherd et al. 2008). Flera av de insektsarter som skulle kunna använda ett grönt tak rör sig inom mindre områden och kan inte flyga mer än några hundratals meter från sin boplatser för att söka föda (Persson 2012). Därför är det viktigt att alla nödvändiga förutsättningar finns tillgängligt inom räckhåll för att arten ska kunna fullfölja sin livscykel (Pettersson et al. 2017).

På gröna tak kan skydd och boplatser skapas genom att bland annat använda olika typer av substrat och strukturella element som exempelvis stockar av död ved (Pettersson et al. 2017). Olika insekter har olika behov av boplatser och val av

boplatser kan också skilja sig mellan arter inom samma släkte. Inom gruppen gaddsteklar är det exempelvis ca 60 % av arterna som bygger sina bon i marken och ca 40% bygger sina bon i håligheter (Pettersson et al. 2017).

Arter som bygger bon i marken kan använda sandiga partier i växtbädden och sandiga jordhögar (Pettersson et al. 2017). Markboende arter av gaddsteklar behöver blottor av sand eller jord (Pettersson et al. 2017), och likt många andra insekter är gaddsteklar i stort behov av värme, därför är det viktigt att boplatser är solbelysta (Vaughan et al. 2015). Arter av gaddsteklar som bygger sina bon i håligheter kan använda håligheter (naturliga eller borrarade hål) i död ved kvistar och mindre grenar, skrevor, murbruk (Pettersson et al. 2017), tegel, högt gräs och stenrösen (Persson 2012).

Många arter av insekter och fåglar behöver tillgång till vatten för bad, som vätska eller för att de lever en del av sin livscykel i vatten (Pettersson et al. 2017). Vissa arter av blomflugor är exempel på insekter som lever sitt larvstadium i vattenmiljöer (Pettersson et al. 2017). På gröna tak är det möjligt att anlägga vattenmiljöer eller struktur som samlar upp regnvatten (Pettersson et al. 2017).

För att skapa fler boplatser går det att använda exempelvis bambupinnar eller insektshotell (Shepard et al 2008). Insektshotell eller holkar går att bygga själv men det finns också färdiga produkter att köpa. Viktigt är att se till att lösningarna har rätt storlek på dess hål och är av rätt kvalitet för att fungera väl för de insekter och djur som kan tänkas finnas på platsen där de ska placeras (Persson & Smith 2014). MacIvor & Packer (2015) förklarar att insektshotell kan koloniserats av parasiter som angriper bin och andra insekter. De beskriver vidare att det finns risk att välgörande insatser på så vis istället kan orsaka skada om de inte noggrant kontrolleras och hålls efter (MacIvor & Packer 2015).

Christine Haaland² menar att insekter ofta är anpassade till sin närmiljö och bygger sina bon på en passande plats efter lokala väderförhållanden. Insekternas bon är även dimensionerade efter den lokala nederbördsmängden och därför borde exempelvis bevattning inte vara ett problem så länge vattenmängden inte överstiger normal nederbördsmängd för området.

2.2.4. Insekters specifika behov av habitat

Nedan följer ett urval av insekter som litteraturen beskriver kan använda gröna tak som habitat. Den här delen ska ses som en fördjupning för att visa på olika insekters specifika behov av habitat.

Solitära bin

Det finns över 230 arter av solitära bin i Sverige (Jordbruksverket 2018) uppdelade i 32 olika släkten (Eliasson et al. 2005). Solitära bin lever ensamma och varje hona bygger sitt eget bo för att lägga sina ägg i (Jordbruksverket 2018). Solitära bin lever av nektar och pollen och behöver tillgång till vatten (Ibid). Honan samlar in pollen till varje ägg i boet så att larverna har mat inuti boet när de sedan kläcks (Jordbruksverket 2018). Honan lever under en begränsad period och tidpunkten för uppvaknande varierar mellan vår och sommar beroende på art (Jordbruksverket 2018) och lever tills hon lagt sina ägg på sensommaren eller tidig höst (Shepherd et al. 2008). Solitärbiets larver klarar sig själva och övervintrar som larv eller puppa beroende på art (Persson 2012).

Mindre arter av solitära bin har svårare att flyga i mer vindutsatta lägen och kan därför ha svårare att nå upp på ett grönt tak som är anlagt på hög höjd (MacIvor & Ksiazek 2014). Andersson (2017) menar att vilda bin kan söka boplats på gröna tak upp till 5:e våningen och sedan därifrån flyga högre upp därifrån i jakt på nektar.

Det finns många arter solitära bin och deras levnadssätt skiljer sig åt, ca. 70% av arterna bygger sina bon i marken och ca. 30 % använder håligheter i växter eller byggnader (Persson 2012). I marken byggs eller används gångar i öppen, sandig och lucker jord. Solitära bin kan inte gräva genom grässvål (Jordbruksverket 2018). Håligheter som kan passa bin är ihåliga grenar, insektsgångar i döda trädstammar, hål i tegelväggar och i murbruk men även i övergivna snäckskal (Shepherd et al. 2008). Många solitära bin behöver ett varmt mikroklimat med solbelyst jord, sand eller död ved (Jordbruksverket 2018).

Exempel på solitära bins boplatser:

Sandbin (*Andrena*) är släktet som är artrikast med mer än 60 arter. Sandbin bor i gångar i marken som de gräver själva (Eliasson et al. 2005)

Tapetserarbin (*Megachile*) bygger bo i håligheter efter vedlevande insekter (Naturhistoriska riksmuseet 2013b) och tapetserar insidan av sina bon med blad från växter (Eliasson et al. 2005).

Murarbin (*Osmia*) murar egna bon i håligheter så som under stenar, i växtdelar, snäckskal eller i gångar från andra insekter (Eliasson et al. 2005).

Solitära bin flyger bara korta sträckor för att hämta föda, bara några hundra meter från sina bon (Jordbruksverket 2018). Avstånd mellan boplats och blommande växter behöver vara inom 150–600 meter beroende på art (Persson 2012). Generellt betyder ett avstånd på mer än 100 meter att antalet larver minskar (Jordbruksverket 2018). Bin gynnas därför av att ha näringsresurser nära sina bon och behöver blommande växter hela sommarhalvåret (Jordbruksverket 2018).

Humlor (*Bombus*)

Det finns 39 arter av humlor i Sverige, varav 31 arter är sociala (Eliasson et al. 2005). Humlor är nära släkt med honungsbin och bildar en ettåring koloni med en drottning, arbetare och hanar (Persson 2012). Drottningen övervintrar och vaknar på våren mellan mars- maj beroende på art, för att bilda egen koloni och lägga sina ägg (ibid.). Innan äggen med de första arbetarna kläcks samlar drottningen nektar och pollen själv, därför är det viktigt att det finns blommande växter nära boplaten (ibid.). Kolonin är som störst under hög- och sensommar och det är då nektar- och pollenresurser är tillräckligt stora för att föda upp nya drottningar och hanar (ibid.). Kolonin dör ut under tidig höst och de nya drottningarna söker upp en plats för övervintring (ibid.). Ofta övervintrar drottningarna på en väl-dränerad plats, under mark (Jordbruksverket 2018).

Studier visar att gröna tak kan gynna humlor i urban miljö. I Haalands (2017) studie om förekomst av humlor och fjärilar på bla. gröna tak i Malmö visar att humlor använder gröna tak för att samla in nektar och pollen. Gröna tak var en av de platser i studien där flest humlor observerats. Humlor påträffades även på mindre taktytor och upp till 6:e våningen. I Haalands (2017) studie hittades humlor på alla gröna tak som undersöktes. Studien visade ett positivt samband mellan täckningsgrad tillsammans med antal blommande växtarter över säsongen och antalet humlor som observerades (Haaland 2017). Studien visade att gröna tak som var utformade för att gynna insekter också gynnade humlor och att även nyanlagda grönt tak kan gynna humlor (Haaland 2017). I Haaland (2018) observerades en stenhumla (*B. lapidarius*) bygga bo på ett av studiens biotoptak, en indikation på att biotoptak kan användas som plats för övervintring. Flera svenska studier visar att framförallt stenhumla (*B. lapidarius*) och jordhumla (*B. terrestris* och *B. lucorum*) och är även de arter som mest frekvent observerats på gröna tak i urban miljö (Haaland 2017, Haaland 2018, Ahrné et al 2009, Gunnarsson et al 2014). Flera arter har observerats i studierna men förekommer inte i lika stor utsträckning. I studentarbetet Lundberg (2014) inventerades stenhumla (*B. lapidarius*) och jordhumla (*B. terrestris*) på ett grönt tak på 10:e våningen i Stockholm.

Haaland (2018) visar i sin studie om *insekter på gröna tak - ett experiment med time lapse kameror*, att artdiversiteten på gröna tak i Malmö är låg. Låg artdiversitet gäller dock generellt för den grad av urbanisering där studieplatserna är belägna (ibid). Ahrné et al (2009) visar i deras studie om humlor i urban miljö i Stockholm, att humlor kan anses vara negativt påverkade av urbanisering, och minskar i antal, både arter och antal individer efter grad av urbanisering. Studien visar även att arter som är vanliga för regionen även hittas i urban miljö (Ahrné et al 2009). Haaland (2017) visar på samma sak, vanliga arter förekommer utbrett även i urban miljö och kan använda sig av gröna tak som del av sitt habitat i staden. Förslag som ges för att gynna artdiversiteten i urbana miljöer är komplettering av biotoper, gröna tak med inhemska växter (Haaland 2017) och variation av biotoper på gröna tak (Haaland 2018).

Val av boplatser till kolonin skiljer sig mellan olika arter, men vanliga boplatser för humlor är håligheter i marknivå så som stenrösen, håligheter i gärdesgårdar, tunnlar och övergivna bon gjorda av gnagare i gräsmark men även ovan mark som håligheter i träd, i husväggar och i fågelholkar (Persson 2012). Humlor behöver välisolerade och ventilerade boplatser (Pettersson et al. 2017).

Fjärilar (*Lepidoptera*)

Det finns ca. 2700 arter av ordningen fjärilar i Sverige. Av dem är 121 arter fjärilar och 130 arter svärmare och spinnare, som tillsammans är de familjer som ofta benämns som just fjärilar (Persson 2012). Fjärilar är pollinatörer och kan också anses som indikatorer för biologisk mångfald och habitatkvalitet (Shepherd et al. 2008). Fjärilar genomgår flera stadier under sin livscykel: ägg, larv, puppa och sedan fullbildad fjäril. Vuxna fjärilar lever av nektar och larver äter av sin värdväxt (Ibid.). Fjärilar behöver tillgång till sina larvers värdväxter, lämplig plats för förpuppning och blommor för nektar (Ibid.). Fjärilar övervintrar i olika stadier beroende på art och de flesta vaknar mellan mars-juni (Naturhistoriska riksmuseet 2013a). Fjärilar trivs på varma platser och föredrar öppna marker där solen når ner till marken (Ibid.). Exempel på sådana miljöer är äng, hedmark, strandäng och sandstäpp, miljöer som det råder brist på i dagens landskap (Persson 2012).

Studier som gjorts kring fjärilar i Malmö har visat att mångfalden av fjärilar minskar vid ökad grad av urbanisering (Öckinger et al 2009) men att fjärilar ändå kan använda stadsmiljö som habitat om rätt förutsättningar finns (Öckinger et al 2009, Haaland 2017). För att leva i stadsmiljö behövs god mobilitet (Haaland 2017). På gröna tak i Malmö har hittills få arter observerats (Haaland 2017, Haaland 2018). I Haaland (2017) anses hög artrikedom av vilda blommande växtarter vara en faktor som påverkade antal arter och individer positivt. Även skötsel var en påverkande faktor, där låg skötselnivå anses gynna förekomsten av fjärilar (Ibid). Öckinger et al (2009) visade att högst mångfald av fjärilar observerades vid platser som var

öppna, hade hög solexponering och var i ett tidigt successionsstadium. Växtarter som associeras med ett tidigt successionsstadium var av vikt för många fjärilar (Ibid.). På ruderalmark i stadsmiljö observerades liknande mängd artdiversitet som i naturliga gräsmarker i kringliggande jordbrukslandskapet utanför staden (Öckinger et al 2009).

Av de två studierna kring fjärilar i Malmö var rapsfjäril (*Pieris napi*), rovfjäril (*Pieris rapae*), slåttergräsfjäril (*Maniola jurtina*), puktörneblåvinge (*Polyommatus icarus*), påfågelöga (*Inachis io*), sexfläckig bastardsvärmare (*Zygane filipendulae*) bland de mest förekommande arterna (Haaland 2017; Öckinger et al 2009). Arterna är också vanligt förekommande dagaktiva arter för sydsverige, med undantag för sexfläckig bastardsvärmare som är mindre vanlig (Haaland 2017). I Haaland (2018) gjordes en studie med time lapse kameror på gröna tak i Malmö, där observerades mycket få fjärilar på taken. Arter som påträffades i studien var vitvingar (*Pieris spp.*) och påfågelöga (*Inachis io*) (Haaland 2018).

Tabell 2. Exempel på fjärilsarter i urban miljö och deras värdväxter

Fjärilsart	Värdväxter
Rapsfjäril (<i>Pieris napi</i>)	Korsblommiga växter (<i>Brassicaceae</i>)*
Rovfjäril (<i>Pieris rapae</i>)	Stort antal arter av korsblommiga växter (<i>Brassicaceae</i>) gärna kålväxter (<i>Brassica spp.</i>) *
Slåttergräsfjäril (<i>Maniola jurtina</i>)	Stort antal starr (<i>Carex spp.</i>) -och gräsarter (<i>Poaceae</i>) i Nordeuropa*
Puktörneblåvinge (<i>Polyommatus icarus</i>)	Käringtand (<i>Lotus corniculatus</i>) , men även rödklöver (<i>Trifolium pratense</i>) , vitklöver (<i>Trifolium repens</i>) , foderlusen (<i>Medicago sativa</i>) , busktörne (<i>Ononis spinosa subsp. spinosa</i>) och puktörne (<i>Ononis spinosa subsp. procurrens</i>) *
Sexfläckig bastardsvärmare (<i>Zygane filipendulae</i>)	Käringtand (<i>Lotus corniculatus</i>) och som undantag andra ärtväxter (<i>Fabaceae</i>) **

* Eliasson et al. 2005

** Artdatabanken 2104

Fjärilens larver behöver sina specifika värdväxter och fjärilen lägger ägg på eller vid larvens mat (Shepherd et al. 2008). Fjärilar (larv, puppa och vuxen individ) behöver varma mikroklimat där solen når ner till marken (Persson 2012). Bra förutsättningar kan vara att kombinera skuggiga platser med öppna soliga lägen (Ibid.). Vuxna fjärilar behöver tillgång till vatten eller fuktiga partier (Persson 2012). Miljöer för bin är ofta även lämpliga för fjärilar (Shepherd et al. 2008).

Blomflugor (*Syrphidae*)

I Sverige finns över 300 arter av blomflugor (Jordbruksverket 2016). Blomflugor är pollinatörer och vuxna blomflugor livnär sig på pollen och nektar (Persson 2012). Honan lever främst av pollen och hanarna mest av nektar (Ibid). Pollen är mycket proteinrikt och behövs till honans ägg medan nektar främst är energirikt (Ibid). Blomflugans larver lever av andra resurser och skiljer sig mycket mellan släkte (Eliasson et al. 2005). Honorna lägger ägg nära lavens föda på exempelvis ett blad med bladlöss eller i bark på en död trädstam (Persson 2012). Flera arters larver är rovdjur och lever av bladlöss, och bidrar därmed till skadedjursbekämpning. Andra arters larver äter bland annat svampar och levande eller dött växtmaterial, vilka bidrar till nedbrytning av organiskt material. Flera arter lägger ägg i död ved, andra i vattensamlingar (Persson 2012).

Vissa blomflugor har kort livscykel på några veckor och andra över ett år (Eliasson et al. 2005). Vissa arter av blomflugor övervintrar som larver och andra som puppor (Eliasson et al. 2005). Larverna övervintrar i hoprullade blad eller under bark (Persson 2012). Hur årscykeln ser ut är artspecifik men de övervintrande larverna eller de flugor som övervintrat i puppor vaknar på våren mellan april-maj och är aktiva till september när temperaturen sjunker (Jordbruksverket 2016).

Blomflugorna har inte fast bo och rör sig istället fritt i landskapet. Vuxna individer och larver behöver olika miljöer, men det är viktigt att båda miljöerna finns inom några kvadratkilometer (Persson 2012). Blomflugorna behöver områden rika på blommor och gynnas av ett varmt mikroklimat. Men är beroende på art också i behov av död ved, vattensamlingar eller sankmarker eller växter med bladlusangrepp (Ibid.). Död ved är en bristvara i urban miljö idag (Persson 2012).

2.2.5. Skötsel

I det här avsnittet beskriver vi hur olika aspekter av skötseln kan påverka hur ett grönt tak kan bidra till ökad biologisk mångfald. Precis som för andra grönytor är skötsel och underhåll viktigt för att upprätthålla den avsedda funktionen.

Pettersson et al. (2017) rekommenderar att på gröna tak ha ett skötselintervall på 1–2 gånger/år, efter etableringsskötsel och garantiskötsel. Semi-intensiva gröna tak har generellt inte behov av bevattning, men vatten ska finnas tillgängligt vid exempelvis händelse av extrem torka (Pettersson et al. 2017). Pettersson et al. (2017) beskriver skötselinsatser specifika för semi-intensiva gröna tak av sedumört ängstak och biototyp: Rensning av oönskat växtmaterial t.ex. ogräs av mer invasiv karaktär och rensning av oönskad dominans t.ex. att mattbildande gräsarter riskerar att konkurrera ut örtartad vegetation. Det är fördelaktigt om ogräs rensas bort tidigt på säsongen för att hindra ytterligare etablering i växtbädden (Pettersson et al. 2017). Växter som försvinner kan återinföras, men ur ett skötselperspektiv

kan det vara bra om designen tillåter viss dynamik i artsammansättningen (Pettersson et al. 2017). Vegetationsfria ytor kontrolleras och rensas (Pettersson et al. 2017)

Gröna tak som är anlagda för att gynna biologisk mångfald bör behålla ett begränsat näringsinnehåll som gynnar artdiversitet, rensa därför bort större ansamlingar av dött växtmaterial (Pettersson et al. 2017). Gödsling på näringsfattiga tak är därför generellt inte heller nödvändigt, tillförsel av näring kan bidra till etablering av ogräs och ger risk för näringsläckage (Pettersson et al. 2017). Pettersson et al. (2017) menar att bekämpningsmedel inte ska användas alls eftersom gifter kan följa med i dagvattnet från taket. Shepherd et al. (2006) menar att bekämpningsmedel även påverkar och skadar insekter och bör därför inte användas.

Karin Håkansson⁵ menar att det är viktigt att ha med skötseln tidigt i planeringen för att ge ett grönt tak rätt förutsättningar att behålla sin funktion över tid. Karin förklarar att det är klokt att anpassa utformningen av det gröna taket efter aspekter som budget för skötsel och efter vilken erfarenhet eller kompetens som finns hos de som kommer att sköta taket när det är klart. Karin Håkansson⁵ menar även att det också är bra att fundera hur mycket taket behöver skötas och på hur det är tänkt att anläggningen ska se ut om 10 år.

Faunastödjande åtgärder behöver skötas och ses efter för att behålla sin funktion. Öppna blottor av sand-jord eller sand behöver rensas så att de inte växer igen (Shepherd et al. 2008). Insektsholkar och död ved behöver kontrolleras så att förankring och funktion upprätthålls (Pettersson et al. 2017). Att spara döda kvistar i buskage och låta gräs och liknande vegetation stå över vintern kan ge boplats och skydd för insekter (Persson 2012).

Mycket litteratur påpekar vikten av att hålla låg skötselnivå för att gynna djurlivet på gröna tak. Låg skötsel ger mindre störning vilket generellt gynnar exempelvis insekter (Shepherd et al. 2008). För att gynna djur som använder gröna tak är det bra att titta på vad de har för behov och hur skötseln kan påverka tillgång till boplats eller födokällor. Nedan följer några exempel på hur skötsel kan anpassas efter pollinatörer som använder gröna tak.

Fjärilar och blomflugor gynnas av extensiv skötsel för att undvika att deras larver och puppor störs eller skadas (Persson 2012). På hösten behöver insekter näring fram tills de parat sig, lagt ägg och gått i vintervila. För att inte störa boplatser genom skötselinsatser eller klippa ner blommor för tidigt är det viktigt att ta hänsyn till hur länge olika arter är aktiva på hösten (Shepherd et al. 2008).

Humlor och solitära bin är aktiva fram till sensommaren eller tidig höst, in i augusti till september beroende på art (Persson 2012). För att inte störa deras reproduktion

eller skada boplatser är det viktigt att planera in skötsel efter deras aktiva period (Persson 2012). Blomflugor är aktiva och behöver nektar- och pollenresurser till september (Jordbruksverket 2016). Det är också viktigt att inte klippa ner vegetationen för tidigt och begränsa tillgången på blommande växter (Persson 2012).

Christine Haaland² föreslår att skötsel och slåtter planeras in från slutet av augusti-oktober, när insekterna minskat i antal. Christine Haaland² förklarar att humlor minskar i antal från mitten av augusti och att det framförallt är blomflugor som är kvar senare på säsongen.

2.2.6. Åtgärder för att gynna biologisk mångfald

I det här avsnittet sammanfattar vi faktorer som påverkar möjligheten att gynna biologisk mångfald på gröna tak. Det ges även ett urval av specifika åtgärder som kan användas på gröna tak för att gynna biologisk mångfald.

Åtgärder för biologisk mångfald behöver anpassas efter varje enskilt projekt och dess specifika förutsättningar.

Faktorer att ta hänsyn till är lokala förutsättningar som:

- Platsens sammanhang (MacIvor & Ksiazek 2015)
- Byggnadens höjd (Williams et al. 2014)
- Lokala väderförhållanden och nederbörd (Pettersson et al. 2017)
- Sol- och vindexponering (Pettersson et al. 2017)
- Solreflektion (Pettersson et al. 2017)
- Regnskugga och permanent skugga (Pettersson et al. 2017)
- Påverkan av tekniska funktioner t.ex. frånluft från ventilation på taket (Pettersson et al. 2017)

Skapa mikroklimat genom:

- Skapa kullar genom att variera substratdjup över växtbädden. Variera kullarnas höjd mellan 200 mm - 400 mm (Stockholmshem 2020).
- Tillför element som skapar struktur som död ved och stenar i olika storlekar (Toronto City planning 2013).
- Plantera högväxande vegetation som ger skugga (Pettersson et al. 2017). Exempelvis mindre buskar och högt gräs.
- Använd olika substrat både i och på växtbädden. Använd olika jordblandningar, fraktion och blanda in öppna partier med grus eller singel (Toronto City planning 2013). Grunda och varma ytor med singel eller sten ger varma ytor som gynnar många insekter (Pettersson et al. 2017).

Ge förutsättningar för att gynna mångfald av växter genom:

- Anlägg ett substratdjup på minst 100 mm (Stockholmskem 2020).
- Olika substratdjup. Variera substratdjup över växtbädden mellan 100 mm - 200 mm (Stockholmskem 2020).
- Använd olika substrat i växtbädden. Använd olika jordblandningar, fraktion och blanda in öppna partier med grus eller singel (Lundholm & Heim 2020).

Skapa näringsresurser för pollinatörer genom:

- Välja inhemskt växtmaterial. Val av arter som är viktiga för inhemska faunan för näring och som värdväxter (Shepherd et al. 2008).
- Växtval som ger lång och riklig blomningssäsong (Persson 2012). Det finns färdiga fröblandningar och lösningar för hög artdiversitet och det är viktigt att välja en produkt som är anpassad de arter som kan antas använda det gröna taket som habitat (Persson & Smith 2014)
- Välja arter som bidrar med vårblooming (Persson 2012). Blommande vårlökar och sälj är bra växtval (Christine Haaland²).

Tabell 3 Exempel på tidiga vårblooming växter för torra och karga ståndorter

Vårblooming arter	Blomning
Snökrokus (<i>Crocus tommasinianus</i>) *	februari- mars
Våriris (<i>Iris reticulata</i>) *	februari- april
Bärgarkrokus (<i>Crocus chrysanthus</i>) *	mars- april
Dvärgtulpan (<i>Tulipa turkestanica</i>) *	mars-april
Tidig blåstjärna (<i>Scilla bifolia</i>) *	mars-april
Vårkrokus (<i>Crocus vernus</i>) *	mars-april
Porslinshyacint (<i>Puschkinia scilloides</i>) *	mars-maj
Balkansippa (<i>Anemone blanda</i>) **	april
Anemontulpan (<i>Tulipa praestans</i>) *	april-maj
Armenisk pärlhyacint (<i>Muscari armeniacum</i>) *	april-maj
Persisk pärlhyacint (<i>Muscari aucheri</i>) *	april-maj
Rysk blåstjärna (<i>Scilla siberica</i>) *	april- maj
Violtulpan (<i>Tulipa humilis</i>) *	april-maj
Backsippa (<i>Pulsatilla vulgaris</i>) **	april-juni
Flocktulpan (<i>Tulipa tarda</i>) *	maj

* Hansson & Hansson 2019

** Lorentzon et al. 2008

Strukturer som bidrar med tillgång till vatten skapas genom:

- Bevattningsystem (Pettersson et al. 2017)
- Tekniska lösningar som mindre färskvattenkällor (Toronto City planning 2013)
- Skapa vattendepåer genom att bygga pölar med gummiduk eller genom att använda plasttråg (Pettersson et al. 2017), vattenbad eller stenar med naturliga håligheter (Toronto City planning 2013).

Åtgärder som ger möjligheter för skydd och boplatser för många insekter är:

- Solbelysta blottor och högar av sandjord med djup på mellan 200–300 mm (Pettersson et al. 2017).
- Stenar i varierande storlek (Pettersson et al. 2017)
- Stenrösen (Shepherd et al. 2008)
- Stockar av död ved (med naturliga eller borrarade hål) och kvisthögar (Shepherd et al. 2008)
- Högväxande vegetation (Pettersson et al. 2017)
- Tegel och liknande material som har håligheter i sin struktur (Pettersson et al. 2017)
- Skapade boplatser med borrarade hål i olika storlekar, mellan 2–15 mm (Pettersson et al. 2017).

För löst liggande element, framförallt död ved är det viktigt med förankring. Förankring kan göras med en vajer fäst i armeringsnät eller genom att exempelvis gräva ner halva stocken (Pettersson et al. 2017).

Humlor och solitära bin är vanliga på gröna tak och nedan följer åtgärder som är specifika för deras boplatser.

Boplats solitära bin

Placera boplatser i söderläge och helst placerat så att boplatserna kan värmas upp av morgonsol (Vaughan et al. 2015).

Skapa boplatser i marken genom:

- Grävd grop fylld med sandjord, eller upphöjd sandlåda med mått: 1–2 m² och gärna 500–600 mm djup (Persson 2012).
- Grävd vall eller dike som skapar en sluttning i söderläge skapar en varm och väl-dränerad boplats (Persson 2012).
- Skapa öppna blottor av sand, placerade plant eller belägna i svag sluttning (Vaughan et al. 2015).

Jorden ska vara sandig men undvik ren sand eftersom det behövs mindre partiklar som binder ihop sanden (Länsstyrelsen Kalmar län 2019). Använd bakbar sand av

fraktion 0–4 mm (Länsstyrelsen Kalmar län 2019) som innehåller ca 35% fin sand och max 40% lera (Persson 2012).

Skapa boplatser i håligheter genom:

- Borra hål i träblock, stammar, väggar eller stolpar. Borrhålen behöver vara släta på insidan, därför är ett hårdare träslag att föredra (Persson 2012). Använd aldrig impregnerat virke (Ibid.). Borra hål med mått: 5–10 mm i diameter och 10–15 cm djup (Persson 2012).
- Buntar av bambupinnar. Bambupinnarna behöver ha en längd på 15–20 cm och vara ihopbuntade (Persson 2012).

Humlor Boplatser

Skapa boplatser i markhöjd eller strax under genom:

- Anlägg stenhögar och låt med fördel gräs växa kring stenhögarna (Persson 2012).
- Anlägg nedgrävda stenhögar under marknivå som ger håligheter under jord (Persson 2012).
- Låt gräs växa nära och kring mindre buskar för att skapa håligheter mellan gräs och grenar (Shepherd et al. 2008).

Boplatser ovan mark kan skapas genom:

- Användning av fågelholkar med ingångshål med mått: 10–20 mm diameter, som inreds med linfibrer, torrt gräs eller mineralull (Persson 2012).

2.3. Brandskydd på gröna tak

I det här avsnittet ges en introduktion kring brandskyddsregler för gröna tak samt förutsättningar för brandklassning av semi-intensiva gröna tak.

Gröna tak är en taktäckning av substrat och växtmaterial som skyddar en byggnad mot yttre påverkan på samma sätt som andra mer konventionella taktäckningar. Gröna tak omfattas av samma regler som alla andra taktäckningar och skall minst uppfylla klass B_{ROOF} (t2), vara placerad på obrännbart material i klass, samt att det skall vara ett avstånd på 8 meter till omkringliggande byggnader.

”Taktäckningen på Byggnader ska utformas så att antändning försvåras, brandspridningen begränsas samt att den endast kan ge ett begränsat bidrag till branden.”

(BFS 2011:6, avsnitt 5:62 Boverket 2019a)

Detta innebär att taket ska klara ett funktionskrav som fastställs i BBR, Boverkets byggregler (Boverket 2019a). Denna bestämmelse omfattar inte småhus och där kan lägst klass E användas. Lagen instiftades år 1947 och sedan dess har mindre omformuleringar gjorts, men den har behållit sin grund. Syftet med lagkravet är förhindra en stadsbrand genom brandspridning mellan tak (Sveriges brandkonsultförening 2018).

Den enda gröna taktäckningen som är testad och godkänd enligt brandklassning B_{ROOF} (t2) är tak med sedum (*Sedum spp.*) och andra suckulenter. Denna är då godkänd enligt förenklad dimensionering (Boverket 2019a).

Testmetoden för brandklassning görs genom att placera en provkropp med storleken 40 x 100 cm på ett ej flamskyddat underlag i en lutning på 30%. Efter det torkas testmaterialet ut tills det är helt uttorkat vid 105°C, och provkroppen uppnår konstant vikt. Provkroppen antänds för att sedan se hur långt elden sprider sig vid en vindhastighet på 2- eller 4 m/s. För att godkännas enligt B_{ROOF} (t2) får elden ej ha spridit sig mer än 0,55 m från tändkällan under 15 minuter. Denna testmetod är inte anpassad till gröna tak eftersom att den består av organiskt material och provkropparna kan se väldigt olika ut. Testet kan även bli missvisande eftersom att det är gjort i liten skala och kan bara ge en begränsad information om hela systemets brandegenskaper (Grönatakhandboken 2021). Prövningen i Sverige utförs av RISE, Research Institutes of Sweden (RISE (2020)).

Gerzhova et al. (2020) har i sin studie gjort tester på både torr och fuktig vegetation. I studien påvisas att fuktigt material inte utgjorde någon brandrisk. Det torra materialet gav litet bidrag till branden och Gerzhova et al. (2020) ansåg att ett grönt tak inte är mer brandfarligt än ett bitumen-tak. Även Elias et al. (2017) har gjort

egna försök på ört/sedumtak och dragit slutsatsen att gröna tak sannolikt är svårantändliga under stora delar av året.

I andra länder tillämpas liknande testmetoder som B_{ROOF} (t2) på gröna tak för att bedöma brandsäkerheten, T1, T3 eller T4 alternativt Klass A eller B, Dessa olika testmetoder skiljer sig lite från B_{ROOF} (t2), antingen i påförandet av vind eller strålningstest (Elias et al. 2017).

Tabell 4 Olika kravspecifikationer för olika länder (Elias et al. 2017)

Kravspecifikationer i olika länder	Norge (NS)	Tyskland (FLL)	Storbritannien (GRO)	Usa (FM Global)	Usa (ANSI)	Sverige
Sektionering	≤ 40 m	≤ 40 m	≤ 40 m	≤ 1450 m ²	≤ 1450 m ²	-
Skyddsavstånd runt vertikala öppningar	50 cm	50 cm	50 cm	50 cm	50 cm	-
Krav på brösthöjd	-	-	-	Ja	-	-
Substratdjup	-	30 mm	Rek. 80 mm	-	-	-
Rek. Organisk material OM i substrat	≤ 20% volym	≤ 65 g/l	≤ 65g/l	-	-	-
Brandpost/släckutrustning	-	-	-	-	Minst 1	-
Skötsel /underhåll	2 ggr/år	2 - 4ggr/år	Minst 2ggr/år	Minst 2ggr/år	Minst 2ggr/år	-
Krav på klassning av taktäckning	B _{ROOF} (t2)	B _{ROOF} (t1)	B _{ROOF} (t4)	Klass A eller B	Klass A eller B	B _{ROOF} (t2)

I Sverige saknas krav på specifika åtgärder och det enda kravet på taktäckning är att materialet uppfyller klassningen B_{ROOF} (t2). Det finns möjlighet att frånga detta krav enligt BBR: 5:11 genom att göra en analytisk dimensionering (Pettersson et al. 2017).

2.3.1. Analytisk Dimensionering

För att använda annan vegetation på ett grönt tak än den som är godkänd enligt B_{ROOF} (t2) behöver avsteg göras från BBR:511 och det upprättas en analytisk dimensionering enligt Boverkets allmänna råd om analytisk dimensionering av byggnaders brandskydd, (BBRAD) av en brandkonsult. I den analytiska dimensioneringen påvisas att taktäckningen uppfyller Boverkets krav och håller samma säkerhet som om godkänt material i klass B_{ROOF} (t2) använts (Boverket 2019a). På Boverkets hemsida listas flera faktorer som ska beaktas i den analytiska dimensioneringen och som kan påverka brandspridningen. Det citeras nedan från Boverkets hemsida:

- Växtval
- Substratets sammansättning (mängden organiskt material)
- Takets lutning
- Bevattning
- Skötsel (exempelvis bortrensning av dött växtmaterial)
- Uppdelning med olika typer av växtlighet i olika sektioner
- Uppdelning i sektioner utan växtlighet
- Placering av träd och buskar på taket
- Tillgänglighet för allmänheten
- Tillgänglighet för brandsläckning och tillgång till utrustning och släckvatten (Boverket 2019b)

Mailkontakt har förts med de tre största städerna i Sverige, Stockholm, Göteborg och Malmö där det efterfrågats om de har upprättat några egna riktlinjer för brandskydd på semi-intensiva/intensiva eller biotoptak. Samtliga har svarat att det saknas riktlinjer i den egna kommunen (Göteborg stad⁶, Stockholm stad⁷ & Malmö stad⁸).

I Sverige saknas en praxis och det blir en bedömning utifrån den enskilda individens uppfattning på om kravet är uppfyllt. Denna utredning bedöms sedan i ett byggråd hos kommunen om den är godkänd eller inte, och inte heller hos kommunerna finns det en samsyn (Alexander Elias¹).

2.3.2. Tre olika lösningar för att uppfylla brandskyddet

I det här avsnittet redovisas insamlade data kring analytisk dimensionering för semi-intensiva gröna tak. Exempel ges från två olika projekt och en arbetshandling.

I den analytiska dimensioneringen utgår brandanalysen utifrån det specifika objektet och det görs platsspecifika åtgärder utefter de förutsättningar som finns på platsen (Boverket 2019b). Det är förekommande att i brandanalysen titta på andra länder och vilka krav de har på taktäckningar. Det land som har mest erfarenhet av gröna tak och brand är Tyskland, de tyska riktlinjerna för gröna tak är samlade i FLL. Tyskland har en väl utvecklad branschstandard, dock har det varit svårt att finna data från dessa utförda tester och tillförlitligheten är osäker (Elias et al. 2017).

Nedan kommer det presenteras information om tre olika projekt, där det visas information om hur brandsäkerheten har bedömts och vilka åtgärder som använts för att uppehålla ett godkänt brandskydd. Materialet som används är en analytisk dimensionering av en butikslokal, en arbetshandling för vägledning i utformning av biotoptak framtagen av WSP och Stockholms stad samt en intervju med en landskapsarkitekt med ett pågående projekt med ett biotoptak.

Brandskyddslaget, Analytisk dimensionering Taktäckning (2019)

Information från Brandskyddslagets analytiska dimensionering på en butikslokal i Visby, samt kompletterande intervju med Alexander Elias¹ från Brandskyddslaget.

Det gröna taket består av ett Ört/Sedum med substratdjup på 6 cm. Det kommer även att placeras solceller på taket, dessa kommer att placeras på en egen yta på taket (Brandskyddslaget 2019) Inga större träd eller död ved är placerade på taket.

Brandskyddslaget (2019) har valt ut 7 punkter som utgångspunkt för att säkerställa att brandskyddet uppehålls.

- Att skydd finns mot brandspridning till annan byggnad.
- Att hänsyn tagits till att antändning ska försvåras.
- Att hänsyn tagits till att brandspridning begränsas.
- Att hänsyn tagits till att endast ett begränsat bidrag ges till branden.
- Att skydd finns mot brandspridning från byggnad till tak.
- Att skydd finns mot brandspridning från taket till brandceller inom byggnaden.
- Att skydd finns mot brandspridning från installationer på tak till taket.

(Brandskyddslaget 2019:11)

Att skydd finns mot brandspridning till annan byggnad

Här har Brandskyddslaget (2019) tagit fram en modell där de beräknar flammans räckvidd och att den håller sig inom ett angivet acceptanskriterium (max 8 m). Brandskyddslaget (2019) tittar på spridningshastigheten i materialet. Spridningen beror på fuktighet i materialet och på vindhastighet. Genom att samla data från SMHI från den specifika platsen tas en översikt fram där det visas hur hög vindhastigheten är utifrån 90:e percentilen. Vidare anser Brandskyddslaget (2019) att gnistspridning i det aktuella fallet är begränsad eftersom att gnistor från ört/sedum har ett begränsat energiinnehåll.

Att hänsyn tagits till att antändning ska försvåras

Materialets antändningsförmåga beror på fukthalt i bränslet, desto fuktigare det är ju svårare har det för att börja brinna. Fukthalten där gräs och liknande lätta bränslen självslocknar ligger på 12–15%. För att bedöma materialets fukthalt studeras medelvärdet för den relativa fuktigheten på aktuella platsen. På det viset bedöms vilken fuktighet det är i materialet. Sedan analyseras hur många dagar som det finns en risk för antändlighet. Oftast sker uttorkning på tidig vår eller under sommaren. I det aktuella fallet anses taket vara så fuktigt att det är svårantändligt eller självslocknar 95% av dagarna (Brandskyddslaget 2019).

Att hänsyn tagits till att brandspridning begränsas

Här använder sig Brandskyddslaget (2019) av samma data som tidigare punkt och brandspridning begränsas när fukten i materialet överstiger 15%.

Att hänsyn tagits till att endast ett begränsat bidrag ges till branden

Örtsedum har enligt tester låg energimängd, och dessa klassas som låg brandbelastning. De data som brandskyddslaget använder sig av grundas i forskning på skogsbränder och där anses att det är begränsat med brandenergi i växter generellt. Alexander Elias¹ anser att om växtmaterialet skall ha någon begränsning är det i maxhöjd. Brandskyddslaget (2019) rekommenderar regelbunden skötsel på taket, men har även tagit i beaktande ett oskött tak i sina beräkningar, eftersom att det är svårt att kravställa skötsel.

I detta projekt används inte någon död ved, Alexander Elias¹ berättar att brandrisken för död ved på tak kan vara svårvärderat. Men att det inte borde vara någon stor brandrisk generellt, eftersom att solitt trä brinner sansat. Det viktigaste är att helheten beaktas när brandskyddet bedöms förklarar Alexander Elias¹.

Att skydd finns mot brandspridning från byggnad till tak

Här har Brandskyddslaget (2019) räknat på hur varm luften kan vara som kommer ut från ventilationen vid en full butiksbrand. Vidare har Brandskyddslaget (2019) undersökt hur stark strålningen blir på materialet och risken för brand anses som låg. Brandskyddslaget (2019) rekommenderar en taktäckning i obrännbart material, som grus eller endast sedum som är godkänd enligt B_{ROOF} (t2) på 0,5 m från uppstickande element som ventilation eller takgenomföringar.

Att skydd finns mot brandspridning från taket till brandceller inom byggnaden

Här anser Brandskyddslaget (2019) att substrat med max 65 g /l organiskt material med substratdjup på 6 cm, är tillräckligt skydd för att genombränning inte ska ske vid en brand. Om materialet under består av brännbart material, exempelvis det vattenhållande lagret som ofta består av cellplast, så är det extra viktigt att tänka på att substratdjupet är tillräckligt tjockt (Alexander Elias¹).

Att skydd finns mot brandspridning från installationer på tak till taket

I anslutning till det gröna taket har solceller planerats in. Här bedöms att solpanelerna omges av material med lägst klass B_{ROOF} (t2) på ett avstånd av 1.7m (Brandskyddslaget 2019).

Sammanfattning av åtgärder:

- 50cm skyddsavstånd till ventilationsöppningar med material av minst $B_{ROOF}(t_2)$
- 50cm skyddsavstånd till genomföringar i brännbart material, icke brännbara takgenomföringar skall isoleras för att motverka värmeledning.
- Substratdjup 6cm
- Maximal mängd organiskt material 65 g/l
- Solpaneler, skyddsavstånd på 1,7 m med material av lägst $B_{ROOF}(t_2)$

Biotoptak, Utformning av brandskydd för biotoptak, WSP (2018)

WSP (2018) har i sin rapport presenterat generella lösningar på utformningar av biotoptak, detta är dock inte en heltäckande analytisk dimensionering utan ska enligt WSP (2018) ses som ett referensobjekt.

I analysen använder WSP (2018) dessa utgångspunkter för att studera att brandskyddet uppehålls

- Generella faktorer
 - Försvåra antändning
 - Begränsa spridning
 - Begränsat bidrag till branden
- (WSP 2018)

Generella faktorer

Här påvisar WSP (2018) att varje projekt ska ha en helhetssyn där det vägs in flera olika faktorer, som väderförhållanden, lutningen på taket, bebyggelse som ligger nära, om det finns högre belägna fasader, sektionering av växtlighet, tillgänglighet till släckredskap samt vilken verksamhet som bedrivs i byggnaden och hur utrymning säkras. Det är även viktigt att en släckinsats kan genomföras av Räddningstjänsten (WSP 2018).

Försvåra antändning

En viktig faktor för att försvåra antändning är att begränsa tillgången för obehöriga på taket samt förbjuda rökning eller alternativt ha rökrutor med obrännbart markmaterial WSP (2018). För att begränsa antändning vill även WSP (2018) att växtligheten är fuktig under torrperioder, med hjälp av exempelvis droppbevattning.

Begränsa spridning

För att begränsa spridning är det viktigt med löpande underhåll, där döda växter och växtdelar tas bort, eftersom att de anses lättantändliga, WSP (2018) anser även att det är viktigt att hålla växtligheten fuktig vid torrperioder, med exempelvis droppbevattning. WSP (2018) rekommenderar att taket gödslas med lämplig mängd

gödselgiva för att hålla växtligheten i gott skick. Taket kan sektioneras utefter växthöjd och delas upp med gångar med minst 1 m bredd av obrännbart material med lägst klass B_{ROOF} (t2), men denna bredd behöver utvärderas från fall till fall. Vidare skriver WSP (2018) att för att försvåra risken för spridning så ska placering av växtligheten ses över. Stora träd eller buskar ska inte placeras nära kanter eftersom det finns en risk att de faller ner. Bjälklaget under växterna skall uppfylla samma krav som byggnadens övriga brandcellsgränser. Runt uppstigningsluckor, brandgasluckor samt byggnadens kanter skall ett område på 0,5 m med obrännbart material (WSP 2018).

Begränsat bidrag till branden

Även här poängterar WSP (2018) att det är viktigt att växtligheten hålls fuktig under torrperioder med exempelvis droppbevattning. WSP (2018) vill även att det brännbara materialet i substratet begränsas, som då ger en isolerande förmåga. Vid valet av växter skall det undvikas växter med hög intensitet samt lättantändliga växter som exempelvis en (*Juniperus spp.*) och Tall (*Pinus spp.*) samt död ved. Om dessa används bör de placeras på obrännbart material, (WSP 2018). WSP (2018) skriver vidare att det är viktigt med skötsel för att rensa bort dött material, detta ska helst ske oftare än två gånger per år.

Sammanfattning av åtgärder

- 50 cm skyddsavstånd till vertikala öppningar och kant med material av minst B_{ROOF} (t2)
- Begränsad organisk halt i substratet
- Begränsa växtmaterial efter tillväxtintensitet och antändlighet (främst buskar och träd)
- Sektionera upp högre växtlighet
- Död ved skall placeras på obrännbart material.
- Bevattning under torrperioder
- Vattenutkastare skall finnas på taket
- Skötsel ska minst ske 2ggr/år
- Räddningstjänst skall ha möjlighet till släckningsinsats

Intervju med Doina Velasquez, Arkitema

Vi har varit i kontakt med Landskapsarkitekten Doina Velasquez³, som just nu arbetar med projekteringen av ett Biotoptak på en byggnad i nya Hagastaden, Stockholm. I detta område har byggandet av gröna tak premierats. På den aktuella byggnaden som planeras att uppföras under år 2021, kommer det att anläggas ett biotoptak med substratdjup på 30 cm. Projektet är fortfarande under utredning (Doina Velasquez³). Stockar av död ved förekommer inte i utformningen.

I riskanalysen på detta taket krävs att det finns ett säkerhetsavstånd på 1 m med grus till fasader med öppningsbara element, såsom dörrar eller fönster samt 50 cm till kant. För att begränsa bidraget till branden så berättar Doina Velasquez³ att växtligheten begränsas till max 20%. Växtligheten behöver även uppfylla ytterligare kriterier, de skall ha ett lågt och långsamt växtsätt, får inte ha någon eterisk olja samt endast ge upphov till en begränsad mängd torr biomassa såsom blad och grenar. När det gäller bevattning så fanns valet att analysera risken för torka men istället installerades en automatisk droppbevattning med regnsensor. Regnsensorn gör så att vatten kommer att tillföras när det kommer mindre än en viss mängd nederbörd. Det finns även krav på att det skall finnas en vattenutkastare på taket (Doina Velasquez³).

Sammanfattning av åtgärder

- 1 m skyddsavstånd till öppningsbara dörrar och fönster
- 50 cm brandgata närmast fasad
- Begränsad organisk halt i substratet
- Max 20% biomassa
- 80 cm bred brandgata
- Olika fraktioner av sand får inte användas
- Automatisk droppbevattning
- Olika krav på växtligheten inga eteriska oljor, lågt och stabilt växtsätt, max 40 cm högt
- Skötsel minst en gång per år, då ogräs rensas bort

2.3.3. Sammanställning av åtgärder

I det här avsnittet följer en sammanställning av åtgärder för att uppfylla krav på brandskydd från de olika handlingarna, intervjumaterial samt litteratur.

Vi kan se att det skiljer sig mycket i hur lagkravet har tolkats och hur de olika säkerhetsåtgärderna tillämpas men underlaget på dessa beskrivningar skiljer sig från varandra vilket gör att en jämförelse är svår att göra. Det är även svårt att utvärdera vilken fakta som ligger till grund för besluten i de två senare analyserna.

Något som alla arbetat med är säkerhetsavstånd till fasaden och vertikala element för att skydda den mot brand, detta är även något som används i de utländska standarderna. Taket närmast fasaden är även en ogynnsam plats för växter eftersom att det skapas en regnskugga här och det är svårt att få organiskt material att växa (Karin Håkansson⁵).

Samtliga projekt har begränsat halten organiskt material i substratet för att förhindra genombränning. Både Brandskyddslaget (2019) och WSP (2018) tar upp att ett

substrat med låg organisk halt har en isolerande förmåga och att risken för genombränning minskar med tjockare substrat. Detta stöds även av Gerzova et al. (2020) som anser att det inte finns en risk för att branden sprider sig genom substratet om tjockleken är större än 5cm.

När det gäller bevattning så är det även där olika i de tre förslagen, där Brandskyddslaget (2019) anser att det är sällsynt att substratet på taket uppnår den torra halt som krävs för att taket skall kunna antända vid analyserande av väderdata. Detta stöds i studier av Gerzova et al. (2020) som även skriver att om växtmaterialet skulle börja brinna så ger det ett begränsat bidrag till branden. WSP (2018) anser att det krävs bevattning för att säkerställa att fuktigheten i substratet är tillräcklig och de har valt att rekommendera droppbevattning. Doina Velasquez³ berättar att i hennes projekt valt att installera droppbevattning för att inte riskera att växtligheten torkar ut helt. I båda dessa fall har även krav ställts på att det skall finnas vattenutkastare på taket. I samtal med Veg Tech är deras syn att det inte är så vanligt att det sker installering av droppbevattning i samband med anläggning av biotoptak, men de poängterar att det är viktigt att det finns bevattning tillgänglig under etableringsperioden, så att växtligheten får en bra start (Karin Håkansson⁵).

Något som är intressant att studera är valet av växter, där de olika begränsningarna är mycket olika. Brandskyddslaget anser att det är bättre att sätta en max-höjd för att minska bidraget till branden. WSP (2018) vill minska mängden större träd och buskar och arbeta med sektionering av ytan, då blandas olika områden med högre gräs och tjockare substratdjup och använder sig av sedum mellan dessa ytor. På Biotoptaket berättar Doina Velasquez³ att det en stor begränsning i växtmaterialet samtidigt som växtligheten bara får uppta 20% av den totala ytan, detta resulterar i att detta gröna tak består främst av olika fraktioner med grus och sten.

När det gäller skötsel av taken så rekommenderas det i alla förslagen, samtliga förslag tar upp att dött material är lättantändligt och att det är viktigt att vitaliteten i växtligheten är god. Även Heino et al. (2020) tar upp vikten av att skötseln på gröna tak och att den viktig för att taket skall hålla över tid och behålla sin funktion.

Dessa olika utredningar påvisar det som våra intervjupersoner Alexander Elias¹ och Doina Velasquez³ har påtalat, att det saknas en samsyn av vilka åtgärder som behövs för att begränsa brandrisken på taken, men vi kan även se att det finns flera likheter mellan förslagen.

Tabell 5. Sammanställning av åtgärder för att uppfylla brandskyddskrav

Sammanställning	Säkerhetsavstånd fasad/vertikala element	Bevattning	Begr. Substrat org.material	Begr. Växter Höjd/intensitet	Begr. Växter mängd
Brandskyddslaget	50	Nej	Ja	Ja	Nej
WSP	50	Ja	Ja	Ja	Nej
Biotoptak	50 (100*)	Ja	Ja	Ja	Ja 20%

*Till öppningsbara
element

3. Diskussion

I det här avsnittet följer diskussion av resultatet med utgångspunkt i respektive frågeställning. I bilaga 1 redovisas en principiell illustration i plan och sektion med sammanställning av åtgärder för biologisk mångfald och viktiga aspekter för brandskydd.

❖ Hur kan semi-intensiva gröna tak utformas för att bidra till ökad biologisk mångfald i svenska städer?

Resultatet av vår studie visar att det finns en hel del konkreta åtgärder för hur biologisk mångfald kan gynnas genom semi-intensiva gröna tak. Semi-intensiva tak kan bidra till biologisk mångfald i svenska städer genom att erbjuda habitat för flera olika djurarter. Semi-intensiva gröna tak kan bidra med näringsresurser, skydd och boplat, plats för reproduktion och övervintring (Persson 2012). Resultatet visar även vikten av att ha kunskap om vilken mångfald som är möjlig att gynna på ett semi-intensivt grönt tak och hur lokala faktorer påverkar vilka arter som kan använda ett grönt tak som habitat. Bra utformning med rätt komponenter kan minska risken för ekologiska fällor på gröna tak (Baumann 2006). Trots att nyttan av gröna tak för ökad biologisk mångfald inte är helt klarlagd (Williams et al. 2014) menar vi att det finns gott om forskning som visar på konkreta åtgärder för att gynna biologisk mångfald på semi-intensiva grönt tak, vilket även styrks av Toronto City planning (2013).

Resultatet av vår undersökning har visat att de viktigaste åtgärderna för att gynna biologisk mångfald på semi-intensiva gröna tak är att skapa mikroklimat som gynnar växt- och djurarter genom variation i topografi och substratsammansättning.

Vikten är en av de mest begränsande faktorerna för vilken typ av vegetationssystem som är möjligt att skapa på ett tak. (Andersson 2017) beskriver att ett substratdjup på minst 100 mm ökar möjliga växtarter från ett 10-tal till 100-tals arter på ett grönt tak. Litteraturen visar att artrdiversitet gynnas av en djupare växtbädd, men samtidigt ger ett ökat substratdjup större tillgång på resurser vilket kan ge mer konkurrenskraftiga arter fördel. Det är begränsningen av tillgång på resurser som ger balans och möjlighet till hög artrdiversitet (Pettersson et al. 2017). Vi menar att semi-intensiva gröna tak med rätt utformning kan erbjuda den balans som krävs för

artrika miljöer av hedmark-, äng- eller strandängs karaktär, och därmed bidra med värdefulla naturtyper till den urbana miljön. (Madre et al. 2013) menar att den ökade vikten gör det svårt att anlägga gröna tak med tillräckligt djup växtbädd för att gynna biologisk mångfald på redan uppförda byggnader. Att anlägga ett semi-intensivt grönt tak kan därför anses mest framgångsrikt vid nyproduktion då en byggnadens konstruktion kan anpassas efter växtbäddens last. Bland annat (Stockholmskem 2020) betonar vikten av att anläggningen av semi-intensiva gröna tak beaktas tidigt i byggprocessen för att kunna anpassa byggnadens konstruktion efter det gröna takets last.

För att ge ytterligare en dimension till topografin och ge möjlighet till fler mikroklimat föreslår vi att anlägga- och fylla ut strukturer med lättviktsmaterial, med block och stenar av material som cellglas eller pimpsten. Inspiration till större strukturer fick vi under vårt platsbesök på SGRIs (*Scandinavian green roof institute*) botaniska takträdgård i Malmö, där de byggt upp strukturer med lättviktssten och armeringsnät och fyllt ut högre kullar med lättviktsblock. Vi har inte stött på förslag på liknande typer av strukturer i litteraturen men vi anser att det är en intressant lösning för att bidra med mer volym och struktur till gröna tak. Att bygga kullar av lättviktsmaterial anser vi kunna ge större strukturer inom takets viktbegränsning och utan att skapa mer intensiva växtbäddar. I vårt gestaltungsförslag har vi ritat in cylindriska strukturer placerade på brandgator som består av nät-armering fyllda med lättvikts-sten som ett artificiellt stenröse. Dessa strukturer är tänkta att kunna stödja insekter med skydd och boplatser och ett sätt att använda ytor som är vegetationsfria.

Vår studie har visat att det finns många åtgärder för att gynna pollinatörer på semi-intensiva gröna tak. Viktiga åtgärder är att erbjuda blomning under insekternas aktiva tid mellan framförallt mars - september, bidra med artspecifika värdväxter samt skapa boplatser och skydd genom att tillföra olika typer av material. Hur framgångsrika åtgärderna kan bli beror på hur väl de är anpassade efter lokalt förekommande arter som kan använda gröna tak som habitat. Många insekter kan använda gröna tak men det krävs hög mobilitet för att kunna flyga på högre höjder (Haaland 2017). En annan viktig aspekt att ta hänsyn till är att många insektsarter är begränsade av att inte kunna flyga längre sträckor (Persson 2012). Vissa arter flyger inte mer än strax över 100 m och därför behövs alla nödvändiga resurser för att kunna fullgöra sin livscykel ofta inom nära håll (Persson 2012). Gröna tak som är planerade för att gynna biologisk mångfald behöver därför kunna erbjuda nödvändiga resurser för arterna kan använda taken som habitat. Mycket i litteraturen tyder på att precis som Williams et al. (2014) beskriver, att byggnadens höjd kan påverka ett grönt taks konnektivitet. I intervju med Christine Haaland² förklarar hon att byggnadens höjd påverkar ståndorten och vidare att gröna tak på lägre höjd, exempelvis 1–2 våningar kan liknas vid en höjd på en högre kulle. Vi

drar slutsatsen att gröna tak anlagda på lägre höjd kan bidra mer till biologisk mångfald jämfört med ett grönt tak anlagt på högre höjd där ståndorten är mer exponerad och färre djurarter kan nå upp. Exempelvis är fjärilar förhållandevis vanligt förekommande i urban miljö (Öckinger et al 2009) men studier visar också att få individer observeras på gröna tak (Haaland 2017). Litteratur i vår studie menar att fjärilar ofta trivs på samma platser där vilda bin trivs, det vill säga på öppna soliga platser med varmt mikroklimat (Shepard et al 2008). Att fjärilar ofta påträffas vid ruderatmark i urban miljö (Öckinger et al 2009) men saknas i liknande miljöer på andra platser, som gröna tak (Haaland 2017) indikerar på att något kanske saknas för att fjärilen ska välja att använda gröna tak som habitat. Haaland (2017) förklarar i sin studie att exempelvis förekomsten av värdväxter inte är en ensam garanti för att en plats fungerar som habitat, men att det generellt kan vara en brist för fjärilar.

Vattentillgången är en begränsande faktor på gröna tak. I den här studien har vi undersökt behovet av vatten och bevattningssystem. Generellt är vår slutsats att med rätt växtval så är det inte nödvändigt att ha permanent bevattning installerad, men vid etablering och i händelse av långvarig torka är det viktigt med tillgång på vatten. Det finns olika bevattningssystem och det går att skapa strukturer som samlar upp regnvatten (Pettersson et al. 2017). Toronto City planning (2013) menar dock att uppsamlat vatten avdunstar relativt fort och kan därför inte ses som en permanent vattentillgång. Generellt är vår uppfattning att det inte finns något rätt eller fel kring olika bevattningslösningar på semi-intensiva gröna tak för att gynna biologisk mångfald, men det kan vara bra att ha i åtanke att tekniska lösningar ökar anläggningskostnaden samt har behov av skötsel och underhåll (Toronto City planning 2013). Många djurarter behöver tillgång till vatten för bad, vätska och för att fullgöra sin livscykel (Pettersson et al. 2017). Vissa arter av blomflugor lever exempelvis sitt larvstadium i vatten och hos andra arter av blomflugor lever larverna i död ved (Jordbruksverket 2016). Vi anser att många lösningar är tekniskt möjliga att anlägga på gröna tak, men menar samtidigt att det är värt att fundera på om gröna tak är rätt plats för att gynna samtliga arter av exempelvis blomflugor. Omfattningen av anläggningen skiljer sig avsevärt åt genom att inkludera även vattenlevande arter jämfört med exempelvis de arter som lever i död ved.

Kring växtmaterialet är vår slutsats att det är framgångsrikt att blanda olika typer av vegetationsprodukter som vegetationsmattor, pluggplantor och frösådd för att skapa en så artrik vegetation som möjligt. Madre et al. (2013) menar att det framförallt är diversitet i växtmaterial som gynnar biologisk mångfald. Partier och sektioner av tunnare växtbädd skapar ytor med mer näringsfattig ståndort. Dessa ytor kan ge plats för mer stresståliga växtarter exempelvis suckulenter (Pettersson et al. 2017) samt avgränsa och motverka dominans av vissa växtarter som växer i partier med mer substratdjup (Andersson 2017). På partier med tunnare

substratdjup menar vi att sedummattor och rikblommande suckulenter har en given plats där de kan bidra med bland annat nektar och pollen till insekter.

I litteraturen understryks vikten av att använda inhemskt växtmaterial för att gynna den biologiska mångfalden. Inhemskt växtmaterial gynnar inhemska djurarter på så vis att djurlivet ofta är anpassat och beroende av lokalt förekommande växter (Persson & Smith 2014). Vi menar att det är viktigt att anpassa växtmaterialet efter vilka djurarter som ska gynnas, men menar också att exotiskt växtmaterial kan vara ett bra komplement till inhemska arter och kan exempelvis bidra med mer vegetation och längre blomningstid. Vi menar även att med ökat substratdjup är det möjligt att använda inhemskt växtmaterial på gröna tak trots en att det ofta är en exponerad ståndort. Karin Håkansson⁵ förklarar att efterfrågan på inhemskt växtmaterial har ökat och att Veg Tech framförallt anlägger semi-intensiva gröna tak som främst innehåller inhemskt material.

Vårblommande lökar kan bidra med tidig vårblomning för insekter på semi-intensiva gröna tak. I intervju med Christine Haaland² förklarar hon att vårblommande lökar är en bra näringsresurs för insekter som vaknar tidigt på våren. Pettersson et al. (2017) menar att lökväxter är ett bra alternativ på gröna tak och att det finns många arter som kan trivas på torr och näringsfattig jord, men att större lökar kräver djupare växtbädd. I intervju med Karin Håkansson⁵ håller hon med om att vårlökar kan växa på gröna tak när det övriga växtmaterialet är exempelvis pluggplantor eller sådd, men färdiga vegetationsmattor är för täta för att lökarna ska kunna komma upp. Det har varit svårt att hitta specifikt material om vårblommande lökväxter på gröna tak och ännu svårare att hitta förslag på vilka lökväxter som kan trivas på semi-intensiva gröna tak. Vår slutsats är att vårblommande lökväxter är ett bra sätt att bidra med tidig blomning för insekter på gröna tak. Vi menar också att lökväxters behov av substratdjup och rätt kombination av annan vegetation påverkar hur mycket lökar som är möjligt att använda på ett tak.

Vårt resultat visar att det är viktigt att förstå hur skötsel påverkar möjligheten att gynna biologisk mångfald på gröna tak. För att gynna artdiversitet i vegetationen ingår det i skötseln att rensa bort större ansamlingar av dött växtmaterial för att inte tillföra extra näring till växtbädden (Pettersson et al. 2017). Samtidigt gynnas flera djurarter av tillgång på organiskt material och i skötseln rekommenderas att lämna så kvar så mycket växtmaterial så länge som möjligt (Persson 2012). Litteraturen visar alltså på att skötsel för en typ av mångfald kan missgynna en annan. För att i möjligaste mån se till både växters och djurs behov anser vi att skötsel efter växtsäsongen är att föredra, alternativt tidigt på våren innan insekterna vaknat från sin övervintring och innan växtsäsongen.

❖ Vilka anpassningar går att göra på semi-intensiva gröna tak för att uppfylla funktionskraven i svenska brandskyddsregler?

Gröna tak har funnits under en begränsad period i Sverige, och ett uppmärksammat problem är att det finns en osäkerhet i acceptanskriterierna för brandskydd på semi-intensiva gröna tak. Eftersom semi-intensiva tak inte klarar testmetoden $B_{ROOF}(t_2)$ behövs en analytisk dimensionering göras för att påvisa att det totala brandskyddet är tillräckligt. Testmetoden för $B_{ROOF}(t_2)$ är inte anpassad för att testa levande material och ger därför inte en möjlighet att erbjuda en helhetsbild av materialets brandegenskaper (Elias et al. 2017).

För att taket skall bli godkänt enligt analytisk dimensionering, skall det inte bidra till flygbrand, vara svårantändligt samt endast ge ett begränsat bidrag till branden (Boverket 2020a). Det saknas idag en svensk praxis för vilka anpassningar som behövs och bedömningen blir ofta subjektiv. En kortfattad vägledning i vilka faktorer som kan beaktas vid projektering kommer att komma ut i den nya reviderade upplagan av (Grönatakhandboken 2021).

Vi har i de projekt som vi tittat på sett att tolkningen av funktionskravet är olika och att lösningarna som tillämpats skiljer sig från varandra. Det skall dock tilläggas att detta är en objektspecifik analys och att detaljrikedomen på de olika projekten är olika. Vi har under arbetets gång haft svårt att få möjlighet att få se analytisk dimensionering på specifika projekt. Brandskyddslaget (2019), WSP (2018) samt Intervjun med Doina Velasquez³, innehåller det mest omfattande materialet som vi har fått ta del av.

I de data vi har tagit del av anses att levande material är svårantändligt och att det endast är i dött eller uttorkat organiskt material som det finns en viss brandrisk. Gerzhova et al (2020) anser att energimängden i materialet är begränsad, så om det fattar eld så brinner det upp snabbt och kan inte ge energi till en större brand. Dock saknas det storskaliga försök med uppvuxet material på gröna tak.

Det finns möjlighet att undersöka de lokala förutsättningarna för nederbörd och vind, Brandskyddslaget (2019) påvisar beräkningsmetoder för att kunna se hur ofta det finns risk för att substratet är så uttorkat att det utgör en risk för antändning och hur ofta det är vindhastigheter som gör att branden kan sprida sig längre än ett angivet intervall. Grunddatan från beräkningarna är hämtad från gräs- och skogsbränder eftersom att det endast finns en mycket begränsad mängd studier på gröna tak, och dessa är gjorda i liten skala.

Brandskyddslaget anser att risken för antändning är liten och inom en rimlig nivå. WSP (2018) anser att det är bra med droppbevattning för att kunna undvika att växtmaterialet torkar ut, samt att sektionera ut högre växtlighet med godkänt

sedummatta som avgränsare. I projektet som Doina Velasquez³ har varit med i rekommenderas droppbevattning och även en kraftig begränsning av mängden växter samt att olika växtarter exkluderas eftersom att de anses mer antändliga.

När det gäller droppbevattning anser vi att det en bra lösning för att se till att växtligheten hålls fuktig, dock är det kostsamt både i anläggningskostnad och underhåll. Vi har även reflekterat över att det kan vara så att om det finns regelbunden bevattning finns risken att det blir högre tryck av ogräs som etablerar sig. Den planerade växtligheten kan då konkurreras ut eftersom att de växter som planteras på gröna tak är utpräglade stresstrategier, som är konkurrenssvaga i mer gynnsamma förhållanden.

Samtliga projekt, Brandskyddslaget (2019), WSP (2018) samt det projekt som Doina Velasquez³ har varit involverad i har en skyddande kant med grus runt fasader och andra vertikala objekt. Detta för att hindra att brand sprider sig både inifrån byggnaden, men även att brand ska spridas från växtmaterialet. Samtliga brandutredningar rekommenderar även att det skall vara kontinuerlig skötsel, där dött växtmaterial tas bort. Det är dock inte preciserat när skötseln skall ske och enligt Alexander Elias¹ är det svårt att kravställa skötsel. I intervju med Anne Heino⁴ beskriver hon en bild av att skötsel på gröna tak ofta är eftersatt och att det inte sker med regelbundenhet.

När det gäller substratdjupet anses det viktigt med ett tillräckligt tjockt substratdjup och mindre mängd organiskt material. Detta för att förhindra att branden sprider sig genom substratet (Elias et al. 2017; Gerzhova et al. 2020). Det finns idag färdiga produkter med substratblandningar som är anpassade för gröna tak. Det finns även olika obrännbara fyllnadsmaterial som går bra att använda för att kunna skapa mer höjdvariation på ytan, tex pimpsten eller lättviktsblock i cellglas.

De flesta av de ovan nämnda anpassningarna går att kombinera på ett tak med mer växtlighet. Enligt våra exempelobjekt verkar det finnas en god möjlighet att kunna uppnå kravet på taktäckning genom relativt enkla åtgärder. Detta är beroende av vilka de platsspecifika förutsättningarna är, så som vilka väderförhållanden som finns samt vilken intensitet växtligheten har. Om det finns möjlighet till samarbete redan i projekteringsstadiet mellan landskapsarkitekter, landskapsingenjörer och brandkonsult, hade det kunnat gynna processen. Detta gäller speciellt vid nyproduktion när det fortfarande finns möjlighet att påverka byggnadens bärighet.

Intensiteten på växtligheten kan antingen begränsas med maxhöjd eller genom sektionering där det används BROOF (t2) godkänd sedummatta mellan områden med högre växtlighet. Vid sektionering finns det även möjlighet att arbeta med olika substratdjup. Det skapas då en variation på ytan med tunnare substratlager med sedummatta och möjlighet till tjockare substrat med pluggplantor som kan ge en

större artdiversitet. Detta gör att antändligt material på taket begränsas, samtidigt som det skapas ett mer variationsrikt tak både i substratdjup och växtlighet.

Metoddiskussion

Under vårt arbete har vi valt att arbeta med både litteraturstudie och intervjustudie. I vår frågeställning kring hur biologisk mångfald går att gynna på semi-intensiva tak har litteraturstudien utgjort den största delen av materialet och intervjuerna har varit mer kompletterande. Litteraturen har gett en bra grund och intervjumaterialet har gett värdefulla tillägg till litteraturen.

I vår frågeställning kring hur brandskyddsregler påverkar utformningen på gröna tak har tillgången på litteratur och studier i vår specifika fråga varit svår att hitta, det finns inte mycket material att tillgå kring detta. I den här delen har intervjumaterial tillsammans med tekniskt material som vi fått ta del av utgjort största delen av underlaget.

Att både använda litteratur och intervjumaterial har varit passande metoder för att besvara våra frågeställningar, men samtidigt också gett oss omfattande material att hantera inom arbetets begränsade omfattning.

Våra informanter har gett oss värdefulla erfarenheter och inblick i osäkerheten kring bedömning av brandsäkerhet på semi-intensiva gröna tak, men att dra slutsatser av vilka anpassningar som kan vara framgångsrika har varit svårare. För att kunna dra mer understödda slutsatser kring vilken utformning som kan vara framgångsrik både för biologisk mångfald och ur ett brandskyddsperspektiv hade vi behövt mer data och tekniskt material från projekt som är anlagda och godkända, något som varit svårt att få tag på.

Intressant skulle vara att vidare studera hur en byggnads höjd påverkar ståndorten och konnektivitet på gröna tak. Vidare skulle brandtester på semi-intensiva gröna tak i större skala, som bättre motsvarar verkliga förutsättningar vara värdefullt för att bättre kunna bedöma brandrisken hos högre vegetation på gröna tak. Fler studier kring hur olika växtmaterial påverkar ett brandförlopp på gröna tak skulle kunna ge en bättre bild av hur olika växter kan bidra till eller motverka brandspridning. Vi är exempelvis intresserade av hur städsegrönt växtmaterial påverkar brandrisken eftersom städsegröna växter inte faller sina löv eller skapar samma mängd organiskt material som andra perenner eller lignoser.

4. Slutsats

Vår studie visar att det finns många åtgärder för att gynna biologisk mångfald, som kan appliceras på semi-intensiva gröna tak. Platsens sammanhang och takets utformning påverkar vilken grad det går att gynna den biologiska mångfalden. Det är viktigt att ha tydliga mål för vilken mångfald som ska gynnas. Det behöver vara rätt åtgärder på rätt plats med en utformning baserad på habitatkrav efter de arter som har förutsättningar att kunna leva på ett grönt tak.

Utformningen av Boverkets brandskyddsregler och avsaknaden av branschpraxis skapar osäkerhet i bedömningen av semi-intensiva gröna taktäckningar. Enligt vår slutsats finns det trots det goda möjligheter att skapa ett semi-intensivt brandsäkert grönt tak som är utformat för att gynna biologisk mångfald. Det viktigaste är att utgå från de förutsättningar som finns på platsen och göra en platsspecifik bedömning. För att framgångsrikt skapa möjligheter för biologisk mångfald på gröna tak och samtidigt uppfylla funktionskraven i brandskyddsregler är det viktigt med samverkan tidigt i byggprocessen.

5. Referenser

- Ahrné, K., Bengtsson, J. & Elmqvist, T. (2009) Bumble Bees (*Bombus* spp) along a Gradient of Increasing Urbanization. *PloS one*, vol. 4 (5), pp. e5574–e5574 United States: Public Library of Science (PLOS)
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.0005574>
- Andersson, J. (red). (2017). Biologisk mångfald i den täta staden. Malmö. Vinnova [Biologisk mångfald i den täta staden.pdf \(malmo.se\)](#)
- Artdatabanken (2014). Faunaväxteriet uppmärksammar Bastardsvärmare.[bastardsvaermare.pdf \(artdatabanken.se\)](#) [2021-01-01]
- Baumann, N. (2006) Ground-nesting birds on green roofs in Switzerland. *Urban Habitats* vol. 4, nr.1. s.37-50. [Urban Habitats -- Ground-Nesting Birds on Green Roofs in Switzerland: Preliminary Observations](#) [2021-01-01]
- BFS 2011:6. avsnitt 5:62 Boverkets byggregler - föreskrifter och allmänna råd [Boverkets byggregler \(2011:6\) – föreskrifter och allmänna råd - Boverket](#) [2021-01-01]
- Block, M. & Bokalders, V. (red). (2014) Urbana ekosystemtjänster: Låt naturen göra jobbet. % city. [Urbana ekosystemtjänster Låt naturen göra jobbet. En sammanfattning av C:O City dec 2014 - C/O City](#)
- Boverket (2019a) Gröna Tak- Brandskydds krav för taktäckning och gröna tak [Brandskydds krav för taktäckning och gröna tak - PBL kunskapsbanken - Boverket](#) [2021-01-01]
- Boverket (2019b) Gröna Tak. [Gröna tak - PBL kunskapsbanken - Boverket](#) [2021-01-01]
- Brenneisen, S. (2006). Space for urban wildlife: Designing green roofs as habitats in Switzerland. *Urban habitats*. Vol. 4. nr, 1. [wildlife_pdf.pdf \(urbanhabitats.org\)](#)
- Cook-Patton, C, S. (2014) Invertebrates on Green Roofs. Sutton, R (red.) *Green Roof Ecosystems*. Switzerland. Springer International Publishing. s. 193-209 <https://doi.org/10.1007/978-3-319-14983-7>
- Dunnet, N. (2015) Ruderal green roofs. Sutton, R (red.) *Green Roof Ecosystems*. Switzerland. Springer International Publishing. s. 233-255. <https://doi.org/10.1007/978-3-319-14983-7>
- Elias, A., Gunnarsson, E., Håkansson, D., Jansson McNamee, R., Lövgren Forslund, J. & Mossberg, A. (2017) Gröna tak-Ur brandteknisk synvinkel. (BSL 2017:02). Stockholm. Brandskyddslaget. [BSL Rapport \(brandskyddslaget.se\)](#)

- Eliasson, C.U., Ryrholm, N., Gärdenfors, U., Holmer, M. & Jilg, K. (2005). Nationalnyckeln till Sveriges flora och fauna. [DE 50-54], Fjärilar: Dagfjärilar: Hesperiidae: Nymphalidae. Uppsala: Artdatabanken, Sveriges lantbruksuniversitet.
- Gerzhova, N., Blanchet, P., Dagenais, C., Ménard, S. & Côté, J (2020). Flammability Characteristics of Green Roofs. *Buildings* (Basel), vol. 10 (7), p. 126– MDPI AG. <https://doi.org/10.3390/buildings10070126>
- Gunnarsson, B. & Federsel, L. M. (2014). Bumblebees in the city: abundance, species richness and diversity in two urban habitats. *Journal of insect conservation*, vol. 18 (6), pp. 1185–1191 Cham: Springer International Publishing. <https://doi.org/10.1007/s10841-014-9729-2>
- Haaland, C. (2017). Fjärilar och humlor i grönstrukturer i Malmö en utvärdering inom Vinnova projektet BiodiverCity (fas 3). Alnarp: Fakulteten för landskapsarkitektur, trädgårds- och växtproduktionsvetenskap, Sveriges lantbruksuniversitet. [haaland_c_170718.pdf \(slu.se\)](https://www.slu.se/haaland_c_170718.pdf)
- Haaland, C. (2018) Insekter på gröna tak- Ett experiment med time lapse kameror. Projekt 163 16. Movium [haaland_c_190603.pdf \(slu.se\)](https://www.slu.se/haaland_c_190603.pdf)
- Hansson, M. & Hansson, B (2019) Lökar & Knölar, våra trädgårdsväxter. 2a. uppl. Malmö. Babel förlag.
- Heino, A. Emilsson, T. & Edwards, Y. (2020) Så sköter vi gröna täta tak. Husbyggaren NR 4.s.14–17. [Husbyggaren – tidningen för kunnigt byggfolk](https://www.husbyggaren.se/tidningen-för-kunnigt-byggfolk) [2021-01-01]
- Holling, C, S. (1973). Resilience and stability of ecological systems. bAnnual Review of Ecology and Systematics Vol. 4 (1973), pp. 1-23. [Resilience and Stability of Ecological Systems on JSTOR](https://www.jstor.org/stable/2242471)
- Jordbruksverket (2018) Gynna solitärbin. [Broschyr]. Jordbruksverket. Jordbruksinformation 8–2018. [jo18_8.pdf \(jordbruksverket.se\)](https://www.jordbruksverket.se/jo18_8.pdf) [2021-01-01]
- Jordbruksverket (2016) Gynna nyttodjuren- Blomflugor. [Broschyr]. Jordbruksverket. OVR 265:1. [ovr265_1v2.pdf \(jordbruksverket.se\)](https://www.jordbruksverket.se/ovr265_1v2.pdf). [2021-01-01]
- Kotze, J, D, Kuoppamäki, K., Niemikapee, J., Mesimäki, M. Varuola, V. & Lehvävirta (2020) A revised terminology for vegetated rooftops based on function and vegetation. *Urban forestry & Urban greening*, vol 49. Elsevier GmbH. <https://doi.org/10.1016/j.ufug.2020.126644>
- Lorentzon, K. Persson, B. Ginstmark, R. Johnsson, B. Nilsson, S. Wahlsteen, E. Kristensson, I. & Bengtsson, I. (2008). Blommor och buskar. 5. uppl. Södra Sandby: Blommor och buskar förlag.
- Lundberg, M. (2014) Växter och djur på gröna tak i Stockholm. Uppsala universitet. Institutionen för biologisk grundutbildning. [BIOMSc-14-036-Lundberg-Michaela-report.pdf \(uu.se\)](https://www.uu.se/BIOMSc-14-036-Lundberg-Michaela-report.pdf)
- Lundholm, J. (2015). Green roof plant species diversity improves ecosystem multifunctionality. *The Journal of applied ecology*, vol. 52 (3), pp. 726–734 John Wiley & Sons Ltd. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.12425>

- Lundholm, J. & Heim, A. (2020) Spatial heterogeneity as a driver of biodiversity on green roofs. *Journal of living architecture*. Vol. 7 nr.2, pp. 5-18.
[10.46534/jliv.2020.07.02.005](https://doi.org/10.46534/jliv.2020.07.02.005)
- Länsstyrelsen Kalmar län. (2019) Hjälp våra vilda bin. [Broschyr] Länsstyrelsen kalmar län. 2019:09. [Hjälp våra vilda bin | Länsstyrelsen Kalmar \(lansstyrelsen.se\)](https://www.lansstyrelsen.se/kalmar/hjalp-vaara-vilda-bin) [2021-01-01]
- MacIvor, S, J. & Ksiazek, K. (2014) Invertebrates on Green Roofs. Sutton, R (red.) *Green Roof Ecosystems*. Switzerland. Springer International Publishing. s.333-356 <https://doi.org/10.1007/978-3-319-14983-7>
- MacIvor, S, J. & Lundholm J. (2011). Insect species composition and diversity on intensive green roofs and adjacent level-ground habitats. *Urban ecosystems*, vol. 14 (2), pp. 225–241 Boston: Springer US.
<https://doi.org/10.1007/s11252-010-0149-0>
- MacIvor, S,J. & Packer, L. (2015). “Bee hotels” as tools for native pollinator conservation: a premature verdict? *PloS one*, vol. 10 (3), pp. e0122126–e0122126 United States: Public Library of Science.
<https://doi.org/10.1371/journal.pone.02126>
- Madre, F., Vergnes, A., Machon, N. & Clergeau. (2013). A comparison of 3 types of green roof as habitats for arthropods. *Ecological engineering*, vol. 57, pp. 109–117 Amsterdam: Elsevier BV.
<https://doi.org/10.1016/j.ecoleng.2013.04.029>
- Naturhistoriska riksmuseet. (2013a) Fjärilar på våren.
<https://www.nrm.se/faktaomnaturenochrymden/djur/insekterochspindeldjur/fjarilar/fjarilarpavaren.121.html> [2021-01-01]
- Naturhistoriska riksmuseet. (2013b) Bin, vildbin, getingar. [Bin, vildbin, getingar - Naturhistoriska riksmuseet \(nrm.se\)](https://www.nrm.se/bin-vildbin-getingar) [2021-01-01]
- Naturskyddsföreningen (2018) Faktablad: Bin och deras livsmiljö. [Faktablad] Naturskyddsföreningen. [Faktablad: Bin och deras livsmiljö | Naturskyddsföreningen \(naturskyddsforeningen.se\)](https://www.naturskyddsforeningen.se/faktablad-bin-och-deras-livsmiljo) [2021-01-01]
- Naturvårdsverket. (2020a). Biologisk mångfald.
<https://www.naturvardsverket.se/Sa-mar-miljon/Vaxter-och-djur/Biologisk-mangfald/> [2021-01-01]
- Naturvårdsverket. (2020b). Grön infrastruktur för levande landskap [Om grön infrastruktur - Naturvårdsverket \(naturvardsverket.se\)](https://www.naturvardsverket.se/om-gron-infrastruktur) [2021-01-01]
- Pettersson, A., Malmberg, J., Emilsson, T., Jägerhök, T., & Capener, C-M. (2017) *Grönataktandboken: Växtbädd och vegetation*. Vinnova.
[Grönataktandboken \(gronataktandboken.se\)](https://www.gronataktandboken.se)
- Persson, A. (2012) Strategier, åtgärder och uppföljningsmetoder till stöd för pollinerande insekter i stadsmiljö. Lund. Biologiska institutionen. Lunds Universitet.
<http://www.annapersson.se/pdf/1/persson2012lonamalmstad.pdf>
- Persson, A. & Smith, G, H. (2014) Biologisk mångfald i urbana miljöer: förutsättningar, fördelar och förvaltning. CEC syntes Nr 02. Lund. Lunds

- Universitet. <https://lup.lub.lu.se/record/d9a69e3a-93f9-41aa-b5f5-51e255b1ba66>
- RISE (2020) Brandprovningssugnar för att testa konstruktioners brandmotstånd. [Brandprovningssugnar för att testa konstruktioners brandmotstånd | RISE](#) [2020-12-21]
- Rybicki, J. Abrego, N. Ovaskainen, O. (2020). Habitat fragmentation and species diversity in competitive communities. *Ecology letters*, vol. 23 (3), pp. 506–517 England: John Wiley and Sons Inc. <https://doi.org/10.1111/ele.13450>
- SGRI (2020). Biotoptak i Europa. Vimeo. 20 oktober 2018. [Biotoptak i Europa on Vimeo.](#) [2020-12-21]
- Shepherd, M., Vaughan, M., & Hoffman Black, S. (2008) Pollinator-Friendly parks [Broschyr]. Portland, OR. The Xerces Society for Invertebrate Conservation. https://xerces.org/sites/default/files/2018-05/08-008_02_XercesSoc_Pollinator-Friendly-Parks_web.pdf [2021-01-01]
- Sutton, K, R. (2014) Introduction to green roof ecosystems. Sutton, R (red.) *Green Roof Ecosystems*. Switzerland. Springer International Publishing. s.1-25 <https://doi.org/10.1007/978-3-319-14983-7>
- Svenska Bin & Pollinera Sverige (2018) Växter för våra vänner pollinatörerna. [Broschyr]. [Vaxtguide.pdf \(pollinerasverige.se\)](#) [2021-01-14]
- Sveriges brandkonsultförening (2018) Syfteshandboken 46 BBR:62-Taktäckning. [46 BBR 5:62 – Taktäckning - Sveriges Brandkonsultförening - BRA \(brandkonsultforeningen.se\)](#) [2021-01-01]
- Toronto City planning. (2013). Design guidelines for biodiverse green roofs [Broschyr]. Toronto. Toronto city planning division.
- Vaughan, M., Hopwood, J., Lee-Mäder, E., Shepherd, M., Kremen, C., Stine, A. & Hoffman Black, S. (2015) Farming for bees, guidelines for providing native bee habitat on farms. [Broschyr]. Portland, The Xerces Society for invertebrate conservation. [15-007_04_XercesSoc_Farming-for-Bees-Guidelines_web.pdf](#) [2021-01-01]
- Williams, S, G, W., Lundholm, J. & Scott MacIvor, J. (2014). Do green roofs help urban biodiversity conservation? *The Journal of applied ecology*, vol. 51 (6), pp. 1643–1649 Oxford: John Wiley & Sons Ltd. <https://doi.org/10.1111/1365-2664.12333>
- Öckinger, E. Danneberg, Å. & Smith G, H. (2009). The importance of fragmentation and habitat quality of urban grasslands for butterfly diversity. *Landscape and urban planning*, vol. 93 (1), pp. 31–37 Amsterdam: Elsevier B.V. <https://doi.org/10.1016/j.landurbplan.2009.05.021>

Opublicerade källor

Grönatakhandboken (2021): Växtbädd och vegetation, utgåva 2, under tryckning

Arbetsmaterial

Brandskyddslaget. (2019). Analytisk dimensionering, LIDL Visby Noll CO2 [arbetsmaterial].
Stockholmskem. (2020). Projekteringsanvisningar 2. Mark. [Internt material]
WSP (2018). Utformning av brandskydd för biotop. [arbetsmaterial].
Exploateringskontoret & Fastighetskontoret, Stockholm. Stockholms stad.

Intervjuer

Alexander Elias¹, Brandingenjör, civilingenjör i riskhantering, Brandskyddslaget, Intervju 2020-12-08.
Christine Haaland², Forskare vid Institutionen för landskapsarkitektur, planering och förvaltning vid SLU, Intervju 2020-11-23.
Doina Velasquez³, Landskapsarkitekt, Arkitema, Intervju 2020-11-27
Anne Heino⁴, Mark- och utemiljöspecialist, Stockholmskem. Intervju 2020-12-11
Karin Håkansson⁵, Landskapsingenjör, säljare, Veg Tech, Intervju 2020-12-07

Mailkontakt

Göteborg stad⁶, stadsbyggnadskontoret- 2020-11-26
Stockholm stad⁷, Stadsbyggnadskontoret - 2020-11-27
Malmö stad⁸, Serviceförvaltningen - 2020-12-15

6. Bilaga

Bilaga 1: Gestaltungsforflag

- ❖ Principiell illustration i plan
- ❖ Principiell illustration i sektion

Plan med förslag på åtgärder

Åtgärd för

- Biologisk mångfald
- Brandskydd



Vattenutkastare,
möjlighet att bevattna
hela taket vid etablering
och långvarig torka

Tjockare substrat, för
möjlighet till mer
växtlighet = mer mat till
insekter



Boplats och skydd för
insekter

Små buskar kan skapa
mikroklimat och
skydd



Kullar stoppar vind och
ger skugga= mikroklimat
Placera gärna mot
vindriktningen

Sektioner med
sedum och högre
vegetation

Brandgata
50 cm med grus kring
vertikala objekt, för att
förhindra att brand
sprids.



Placering av död ved på
sand eller sedum

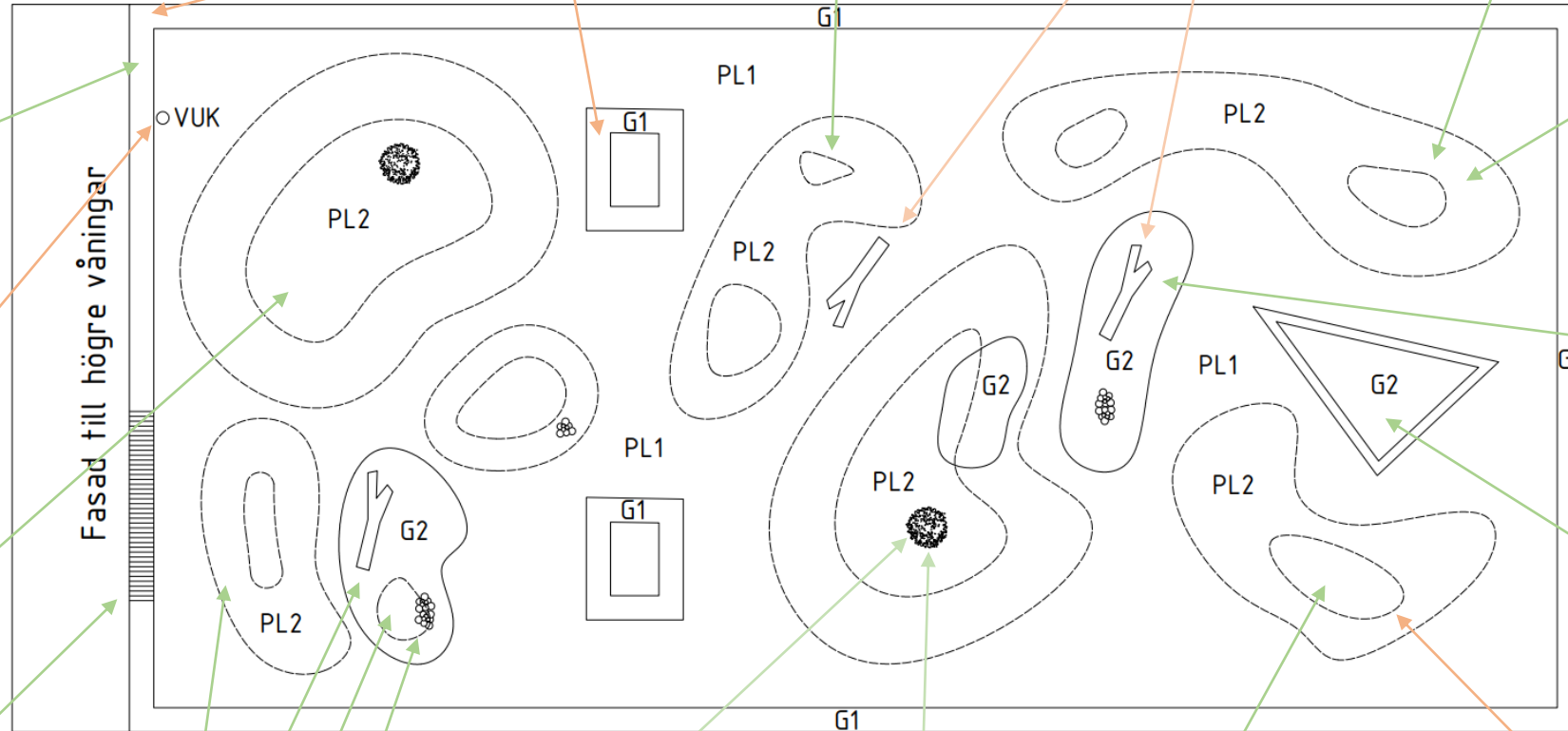
Näringsresurs
Lång blomningssäsong,
Mars- september

Mikroklimat
Så mycket topografi som
möjligt

Mikroklimat
Blandning av substrat i
olika fraktioner



Sandlåda i obehandlat trä, sten
eller lättviktsmaterial



PL1 - Sedum godkänd el. Broof (t2)

PL2- Tjockare substrat med
Gräs/örtvegetation

G1 - Grus

G2 - Sandjord 0-4mm

Sektion med förslag på åtgärder

Åtgärd för

- Biologisk mångfald
- Brandskydd

